Istituti Clinici Scientifici Maugeri IRCCS

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

VOLUME XLI - N. 4 OTTOBRE-DICEMBRE 2019

82° Congresso Nazionale SIML
Società Italiana di Medicina del Lavoro

Trieste città della scienza: dalla ricerca alla prevenzione

Trieste, 25-27 settembre 2019

Editors:
Giovanna Spatari
Massimo Bovenzi
Francesca Larese Filon

RELAZIONI SESSIONI PLENARIE

EDITOR
MARCELLO IMBRIANI

GIMLE FREE
GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO Full text

TIPOGRAFIA PIME EDITRICE Srl
PAVIA - 2019

SIRAS
Società Italiana Riabilitazione
di Alta Specializzazione

Organi Direttivi SIRAS

UFFICIO DI PRESIDENZA

PRESIDENTE	MARCELLO IMBRIANI
SEGRETARIO	ENRICO ODDONE
TESORIERE	ALBERTO COSTA
PRESIDENTE ONORARIO	CARLO CALTAGIRONE

CONSIGLIO DIRETTIVO

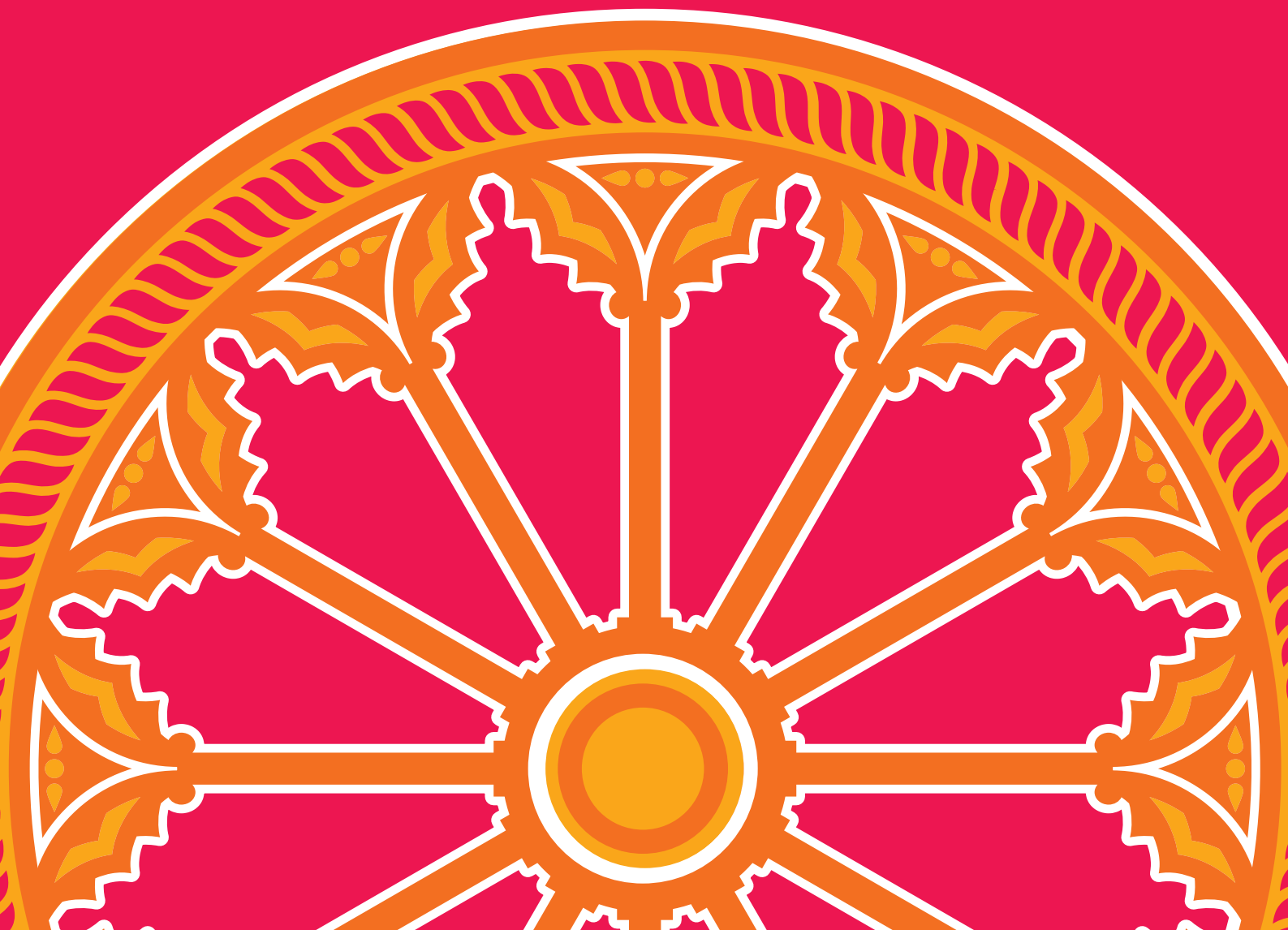
Luca Chiovato - Laura Dalla Vecchia - Domenico De Cicco - Anna Estraneo
Claudio Garbelli - Marco Iosa - Antonio Nardone - Ugo Nocentini - Stefano Paolucci
Alfredo Raglio - Antonio Spanevello - Isabella Springhetti

COLLEGIO REVISORI DEI CONTI

Maria Teresa La Rovere - Antonino Salvia - Giorgio Sandrini

COLLEGIO DEI PROBIVIRI

Ines Giorgi - Giuseppe Nappi - Caterina Pistarini



Volume XLI, N. 4

GIMLE FREE GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO Full text

Ottobre-Dicembre 2019

Issn 1592-7830

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

Pubblicazione trimestrale - *Direttore Responsabile:* : Prof. Marcello Imbriani - Autorizzazione del Tribunale di Pavia n. 229 del 16 Maggio 1978 - ROC 5756

Associato all'USPI,
Unione Stampa Periodica Italiana

INDEXED IN EMERGING SOURCES CITATION INDEX CLARIVATE ANALYTICS

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**
Estero (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

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

Volume XLI - N. 4 Ottobre-Dicembre 2019

INDICE

82° Congresso Nazionale SIML
Società Italiana di Medicina del Lavoro

Trieste città della scienza: dalla ricerca alla prevenzione

Trieste, 25-27 settembre 2019

Editors:
Giovanna Spatari, Massimo Bovenzi, Francesca Larese Filon

RELAZIONI SESSIONI PLENARIE

SESSIONE PLENARIA - Esposizione agli Agenti Fisici: linee di aggiornamento e intervento **267**

M. Bovenzi 268 Nuovi criteri internazionali per la valutazione del rischio vascolare e la stadiazione clinica della sindrome da vibrazioni mano-braccio

I. Pinto, A. Bogi, F. Picciolo, N. Stacchini 274 La valutazione dei rischi da radiazioni ottiche: metodi, casi studio, criticità

R. Falsaperla, E. Mattei, F. Censi, A. Bogi, I. Pinto, G. Calcagnini 280 La valutazione del rischio da esposizione a CEM con particolare riguardo alla tutela dei soggetti sensibili

F. Gobba 285 Metodi e strumenti sanitari per l'idoneità lavorativa dei soggetti particolarmente sensibili a CEM

SESSIONE PLENARIA - I rischi nel lavoro portuale **293**

A. Barbieri, L. Sabatini, F. Graziosi, E. Severi, G. Mancini, F.S. Violante 294 I rischi per la salute e la sicurezza nel lavoro portuale: aggiornamento della revisione narrativa della letteratura

G.A. Tozzi 299 L'approccio armonizzato alla salute e sicurezza nei porti italiani: l'esperienza del gruppo tecnico interregionale sui porti e le navi

G. Civran 306 Salute e sicurezza sul lavoro in ambito portuale e governo dei processi sociali e di sviluppo economico

G. Mancini, G. Lucchi, E. Elia, S. Olanda, F. Martinini, M. Rossetto, R. Angelini 310 L'organizzazione della prevenzione nel porto di Ravenna

(segue)

P. Toffanin, V. Patussi, G. Campo 316 Lo strumento dell'AUDIT nella gestione della sicurezza sul lavoro nelle aziende che operano nell'area portuale di Trieste. Un progetto di prevenzione interistituzionale

F. Larese Filon 320 Allergia a caffè verde ed esposizione a particelle ultrafini nei lavoratori del porto di Trieste

SESSIONE PLENARIA - Lavoro, ambiente e malattie cardiovascolari: recenti evidenze scientifiche per la pratica clinica del medico del lavoro **323**

M. Röösli 324 Effects of transportation noise and particulate matter on the cardiovascular system: What is the new evidence?

R. Paolillo, N. Boccella, S. D'Apice, G. Esposito, C. Perrino 328 Limiti e potenzialità dell'analisi combinata epigenetica e trascrizionale su ampia scala per individuare obiettivi terapeutici nelle malattie cardiovascolari

G. Veronesi, M. Cavicchiolo, M.M. Ferrario 333 Allostatic Load as a mediator of the association between psychosocial risk factors and cardiovascular diseases. Recent evidence and indications for prevention

S. Doimo, A. Cherubini, P. Maras, D. Radini, A. Di Lenarda, G. Sinagra 337 Impatto della riabilitazione cardiaca ambulatoriale per la ripresa dell'attività lavorativa del cardiopatico

R. Borchini, M.M. Ferrario 341 Idoneità lavorativa nel cardiopatico: valutare i rischi fisici e psico-sociali

SESSIONE PLENARIA - I rischi nei laboratori di ricerca **345**

D.M. Cavallo, A. Cattaneo, A. Spinazzè 346 I rischi nei laboratori di ricerca: i rischi di tipo chimico

I. Iavicoli, V. Leso, L. Fontana 349 Esposizione a nanoparticelle nei laboratori di ricerca

M. Corradi, L. Selis, G. Pela', P. Mozzoni, R. Andreoli, M. Goldoni 354 Allergia da animali da laboratorio

S. Porru, M. Chiappin, N. Sfriso 359 Rischio biologico nei laboratori di ricerca

In memoriam
Francesco Candura (1929-2019) **365**

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 265-368
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

82° Congresso Nazionale SIML
Società Italiana di Medicina del Lavoro

Trieste città della scienza: dalla ricerca alla prevenzione

Trieste, 25-27 settembre 2019

Editors:
Giovanna Spatari
Massimo Bovenzi
Francesca Larese Filon

RELAZIONI SESSIONI PLENARIE

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 267-292
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

SESSIONE PLENARIA
Esposizione agli Agenti Fisici: linee di aggiornamento e intervento

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 268-273
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Massimo Bovenzi

Nuovi criteri internazionali per la valutazione del rischio vascolare e la stadiazione clinica della sindrome da vibrazioni mano-braccio

Unità Clinica Operativa di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste

RIASSUNTO. Recentemente sono state proposte metodologie supplementari per la valutazione dell'esposizione a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio e revisioni della stadiazione clinica dei sintomi vascolari e neurosensitivi della sindrome da vibrazioni mano-braccio. In particolare, (i) nel *Technical Report* ISO/TR 18570:2017 viene proposto un metodo supplementare per la predizione del rischio vascolare (fenomeno di Raynaud secondario) da vibrazioni mano-braccio, ad integrazione della metodologia definita nello standard ISO 5349-1:2001; (ii) le esperienze accumulate in campo clinico e di laboratorio da parte di un panel internazionale di clinici del lavoro, appartenenti a istituzioni europee e nord-americane e attivi nei settori accademici e assistenziali per la diagnostica della sindrome da vibrazioni mano-braccio, hanno suggerito l'opportunità di procedere ad una revisione della stadiazione dei sintomi vascolari e neurosensitivi da vibrazioni mano-braccio precedentemente classificati nelle scale dello Stockholm Workshop 1986. In questo lavoro vengono riportati i nuovi criteri internazionali per la valutazione del rischio vascolare da vibrazioni mano-braccio e la stadiazione clinica della sindrome da vibrazioni mano-braccio.

Parole chiave: vibrazioni mano-braccio, curve di ponderazione in frequenza, rischio vascolare, stadiazione clinica, effetti vascolari e neurosensitivi.

ABSTRACT. New international criteria for evaluating vascular hand-arm vibration risk and staging hand-arm vibration syndrome. Recently, a supplementary methodology to improve the assessment of occupational exposures to hand-transmitted vibration (HTV) and a revision of the clinical staging of the hand-arm vibration syndrome (HAVS) have been proposed. The Technical Report ISO/TR 18570:2017 provides guidance on a supplementary method to that defined in ISO 5349-1:2001 for measuring and reporting HTV exposures; the method provides an improved assessment methodology for evaluating vascular hand-arm vibration risks (vibration induced white finger). On using a Delphi procedure, an international panel of experts has achieved consensus to develop an updated staging system for the vascular and neurological disorders of the HAVS, previously defined in the Stockholm Workshop Scale (1986); a new classification has been proposed with three stages for vibration related vascular and neurological effects. This paper provides details on the new international criteria for the assessment of vibration induced vascular risk and for the clinical staging of the vascular and neurological components of the HAVS.

Key words: *hand-transmitted vibration, frequency weighting, vascular risk, clinical staging, vascular and sensorineural disorders.*

1.0 Introduzione

L'esposizione prolungata a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (*hand-transmitted vibration*, *HTV*) di elevata magnitudo può causare lesioni a carico degli apparati vascolare, neurologico e osteoarticolare degli arti superiori, definite unitariamente Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio (*Hand-Arm Vibration Syndrome*, *HAVS*). La componente vascolare della sindrome è rappresentata da un fenomeno di Raynaud secondario (fenomeno del "dito bianco", o *vibration-induced white finger*, *VWF*, degli Autori anglosassoni) provocato dalla chiusura spastica delle arterie digitali in occasione di esposizione a microclima freddo. La componente neurologica è caratterizzata da disturbi neurosensitivi alle dita delle mani (parestesie, ipoestesie, riduzione della destrezza manuale), talora associati a sindromi da intrappolamento dei nervi mediano e/o ulnare, più raramente del nervo radiale. La componente osteoarticolare è rappresentata da alterazioni degenerative dei segmenti ossei e/o articolari e delle entesi in particolare dei polsi e dei gomiti nei lavoratori esposti a vibrazioni di bassa frequenza ed elevata ampiezza generate da utensili percussori.

Recentemente sono state proposte metodologie supplementari per la valutazione dell'esposizione a HTV e revisioni della stadiazione clinica della HAVS. In particolare, (i) nel *Technical Report* ISO/TR 18570:2017 (1) viene proposto un metodo supplementare per la predizione del rischio vascolare (VWF) da vibrazioni mano-braccio, ad integrazione della metodologia definita nello standard ISO 5349-1:2001 (2); (ii) le esperienze accumulate in campo clinico e di laboratorio hanno suggerito l'opportunità di procedere ad una revisione della stadiazione dei sintomi vascolari e neurosensitivi da HTV precedentemente classificati nelle scale dello Stockholm Workshop 1986 (3-5).

2.0 Rapporto Tecnico ISO/TR 18570:2017 per il rischio vascolare da HTV

Nell'Allegato C dello standard internazionale ISO 5349-1 (2) viene suggerita una relazione esposizione-risposta per le patologie da HTV che si assume essere va-

lida per tutte le componenti della HAVS. In realtà, il modello ISO di rischio per HTV si basa esclusivamente su studi epidemiologici di prevalenza di VWF in gruppi selezionati di lavoratori esposti a HTV di differente magnitudo e durata. Nelle ultime tre decadi, numerosi studi epidemiologici hanno riportato discrepanze tra l'occorrenza osservata di VWF e quella predetta dallo standard ISO 5349-1 (2): (i) sovrastima del rischio di VWF è stata osservata in gruppi di lavoratori esposti a HTV di bassa frequenza ed elevata ampiezza generate da utensili di tipo percussorio; (ii) sottostima dell'occorrenza di VWF è stata riportata in lavoratori esposti a HTV con componenti di media e alta frequenza quali quelle prodotte da motoseghe, smerigliatrici e martelli scalpellatori o rivettatori.

Tali discrepanze tra prevalenze osservate e predette di VWF sono state attribuite, almeno in parte, ai metodi di misura e di valutazione dell'esposizione occupazionale a HTV raccomandati dall'ISO 5349-1 (2). Poiché la risposta biodinamica dell'arto superiore alle vibrazioni è frequenza-dipendente, lo standard ISO raccomanda di pesare l'accelerazione r.m.s. delle vibrazioni mediante una curva di ponderazione in frequenza (definita W_h) che assume che la sensibilità del sistema mano-braccio è approssimativamente proporzionale all'accelerazione r.m.s. delle vibrazioni per frequenze < 16 Hz e diminuisce in proporzione inversa alla frequenza delle vibrazioni tra 16 e 1250 Hz. Si assume, pertanto, che le vibrazioni di bassa frequenza siano più importanti delle vibrazioni di media e elevata frequenza per l'insorgenza degli effetti avversi da HTV.

Sulla base dei risultati di recenti studi biomeccanici, sperimentazioni psicofisiche e fisiologiche su soggetti umani e animali da esperimento, e indagini epidemiologiche sull'occorrenza di VWF in varie popolazioni di lavoratori esposti a HTV (6), in un Workshop tenuto a latere della 12th International Conference on Hand-Arm Vibration (Ottawa, 2011) sono state discusse curve alternative per la ponderazione in frequenza di HTV. Le conclusioni del Workshop sono state in seguito formalizzate nel *Technical Report* ISO/TR 18570:2017 (1) in cui vengono proposti sia una nuova curva di ponderazione in frequenza di HTV (definita W_p) sia un metodo supplementare per la valutazione del rischio vascolare da HTV. Confrontata con la curva di pesatura W_h dell'ISO 5349-1, la nuova curva di ponderazione W_p dà maggior peso alle vibrazioni di media e alta frequenza (Fig. 1).

2.1 Performance delle curve di ponderazione W_h e W_p per la predizione del rischio vascolare

Allo scopo di indagare se vi è evidenza epidemiologica in grado di supportare il metodo supplementare per la valutazione del rischio vascolare da HTV suggerito dall'ISO/TR 18570:2017 (1) e per comparare la performance relativa delle metriche costruite con le curve di ponderazione W_h e W_p per predire l'occorrenza di VWF, entrambe le metriche sono state applicate alla coorte italiana del progetto europeo VIBRISKS costituita da un gruppo di operatori forestali esposti a HTV da motoseghe e decespugliatori (n=215) e di lavoratori dei materiali lapidei esposti a HTV da smerigliatrici e martelli scalpellatori (n=34), (7).

Le vibrazioni generate dagli utensili dei due gruppi di lavoratori sono state misurate secondo le raccomandazioni

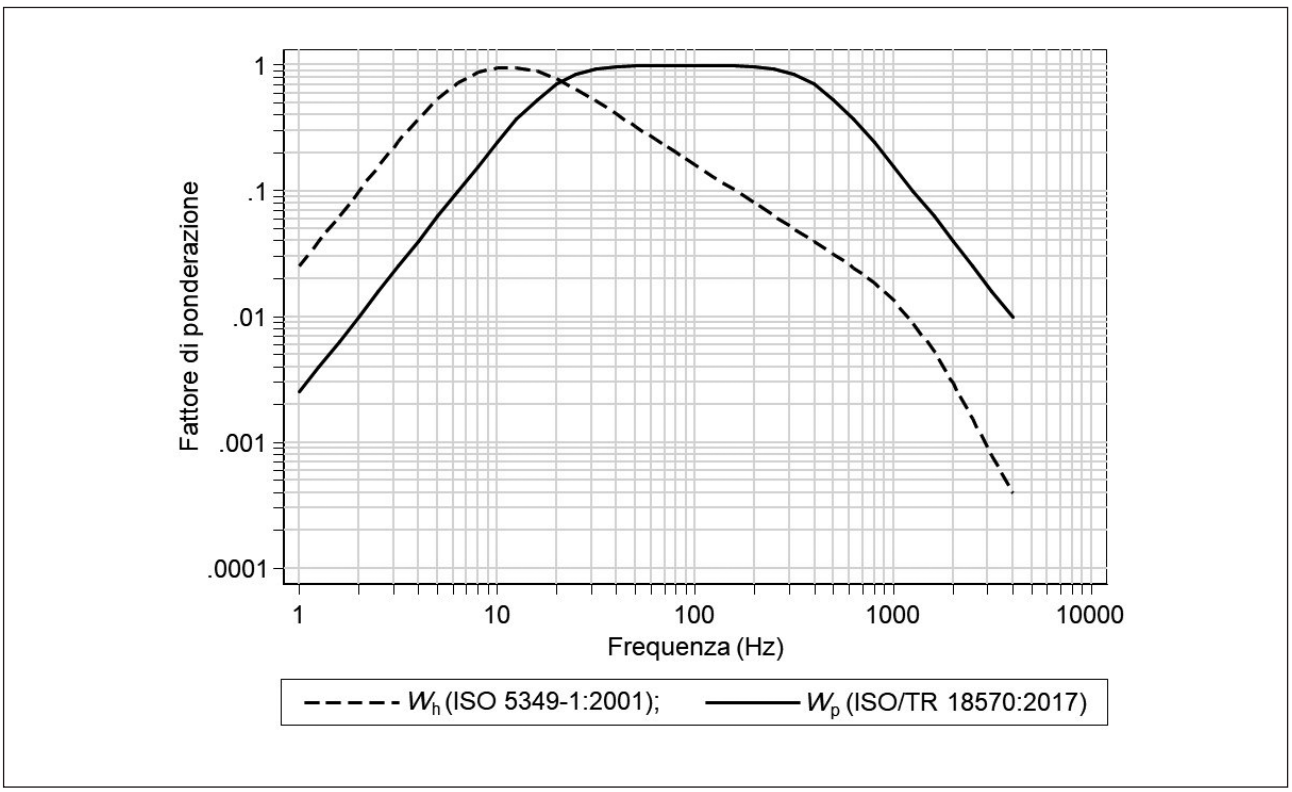


Figura 1. ***Confronto tra le curve di ponderazione in frequenza (W) per la misura delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio. W_h: curva di ponderazione in frequenza raccomandata da ISO 5349-1:2001; W_p: curva di ponderazione in frequenza per il rischio vascolare definita in ISO/TR 18570:2017***

dello standard ISO 5349-1 (2) e il valore totale delle vibrazioni ponderate in frequenza con W_h o W_p (W_f) lungo gli assi x, y e z è stato calcolato come segue:

$$a_{vi(W_f)} = \sqrt{a^2_{xi(W_f)} + a^2_{yi(W_f)} + a^2_{zi(W_f)}} \qquad (ms^{-2}\ r.m.s.)$$

L'esposizione giornaliera a HTV è stata valutata in accordo con lo standard ISO 5349-1 (2) ed è stata espressa in termini di accelerazione r.m.s. normalizzata a 8 ore di lavoro ($A(8)$), ponderata in frequenza con W_h o W_p (W_f):

$$A(8)_{(W_f)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} a^2_{vi(W_f)} \frac{T_i}{T_0}} \qquad (ms^{-2}\ r.m.s.)$$

ove a_v è il valore totale delle vibrazioni dell'utensile i, T_i è la durata del lavoro con l'utensile i in ore, e T_0 è il periodo di riferimento di 8 ore.

Per stimare una possibile soglia per il rischio vascolare da HTV, l'ISO/TR 18570:2017 raccomanda di calcolare il valore di esposizione giornaliero a HTV ponderato con W_p ($E_{p,d}$ in $ms^{-1.5}$):

$$E_{p,d} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (a_{pvi})^2 T_i} \qquad (ms^{-1.5})$$

ove a_{pvi} è il valore totale delle vibrazioni dell'utensile i ponderato in frequenza con W_p, e T_i è la durata di esposizione all'utensile i espressa in secondi.

La diagnosi di angiopatia da vibranti (VWF) nei lavoratori è stata formulata utilizzando criteri anamnestici e obiettivi di consenso internazionale e valutando la funzione vascolare periferica mediante la misura delle pressioni sistoliche digitali dopo cold test a 10°C con tecnica strain-gauge.

La relazione tra esposizione giornaliera a HTV e risposta (occorrenza di VWF) durante un periodo di follow-up di 4 anni è stata valutata mediante modelli di regressione logistica longitudinale utilizzando le equazioni generalizzate di stima. La statistica QIC (Quasi-likelihood Information Criterion) è stata usata per comparare il *fitting* dei modelli che includevano le misure alternative di esposizione giornaliera a HTV ($A_h(8)$, $A_p(8)$, $E_{p,d}$): tanto minore è il valore di QIC, tanto migliore è l'adattamento del modello ai dati osservati.

I risultati dell'analisi logistica riportati in Tabella I suggeriscono un migliore adattamento all'occorrenza di VWF (cfr. statistica QIC) per il modello che include l'esposizione giornaliera a HTV espressa in termini di $A_p(8)$ piuttosto che come $A_h(8)$. La migliore performance di $A_p(8)$ rispetto a $A_h(8)$ è anche evidenziata dai dati di Tabella II che riporta la predizione dell'occorrenza di VWF stimata mediante i modelli logistici longitudinali di Tabella I. Tale evidenza si riscontra in particolare nel gruppo dei lavoratori dei materiali lapidei esposti a vibrazioni di media e alta frequenza generate da smerigliatrici e martelli scalpellatori.

In un Allegato del *Technical Report* ISO/TR 18570 (1), viene suggerita come possibile soglia per l'insorgenza di VWF un valore di esposizione giornaliera a HTV pari a $E_{p,d} \approx 1750\ ms^{-1.5}$ (corrispondente a un valore di $A_p(8)$ di circa 10.3 ms^{-2} r.m.s.), quando le misure di HTV vengono espresse come valore totale delle vibrazioni (a_v). Nel nostro studio, 32 dei 249 lavoratori esposti a HTV (12.9%) erano esposti a Ep,d ≤ 1750 $ms^{-1.5}$, e di questi un solo lavoratore (3.1%) riportava VWF con iper-reattività vaso-

Tabella I. ***Odds ratio (OR) e intervalli di confidenza robusti al 95% (IC 95%) per l'associazione tra VWF e misure alternative di esposizione giornaliera a vibrazioni mano-braccio espresse in termini di $A_h(8)$ o $A_p(8)$, (cfr. testo per le definizioni). La bontà di adattamento dei modelli ai dati osservati è stata valutata con la statistica Quasi-likelihood Information Criterion (QIC)***

Fattori	$A_h(8)$ (×1 ms^{-2})	$A_p(8)$ (×10 ms^{-2})
	OR (IC 95%)	OR (IC 95%)
$A_f(8)$ (ms^{-2})	1.38 (1.26-1.52)	1.41 (1.26-1.58)
Durata di esposizione (anni)	1.04 (0.99-1.10)	1.04 (0.99-1.11)
Età (×10 anni)	1.59 (0.90-2.81)	1.79 (0.96-3.34)
Tabacco (no/si)	1.90 (0.81-4.47)	2.10 (0.87-5.08)
QIC	558	535
ΔQIC	23	

Tabella II. ***Prevalenza osservata e predetta per VWF nei lavoratori esposti a vibrazioni mano-braccio e misure alternative di esposizione giornaliera a vibrazioni mano-braccio espresse in termini di $A_h(8)$ o $A_p(8)$, (cfr. testo per le definizioni). Le prevalenze predette sono state stimate sulla base dei modelli logistici riportati nella Tabella I***

Categorie occupazionali	Prevalenza di VWF (%)		
	Osservata	Predetta	
		$A_h(8)$	$A_p(8)$
Lavoratori forestali (n=215)	7.4	9.5	8.1
Lavoratori lapidei (n=34)	47.1	35.6	43.3

spastica delle arterie digitali al cold test. Dopo aggiustamento per età, durata di esposizione e abitudine al fumo di tabacco, il modello di regressione logistica stimava un'occorrenza predetta di VWF del 5.4% per un valore di esposizione $E_{p,d}$=1750 $ms^{-1.5}$. Di rilievo l'osservazione che nei soggetti di controllo non esposti a HTV di questo studio (n=138), la prevalenza di fenomeno di Raynaud con cold test positivo era del 2.2%. Pertanto, i risultati di questo studio sembrano fornire un certo grado di evidenza epidemiologica per il valore soglia di $E_{p,d}$ suggerito da ISO/TR 18570:2017 per l'insorgenza di VWF in lavoratori professionalmente esposti a HTV.

È opportuno sottolineare che la nuova metodologia di valutazione del rischio vascolare da HTV suggerita dall'ISO/TR 18570:2017 (1) è di carattere supplementare, ovvero non sostituisce né abroga le raccomandazioni contenute nello standard ufficiale ISO 5349-1:2001 (2). In particolare la metodologia ISO/TR 18570 non si applica per la valutazione delle patologie neurologiche e muscolo-scheletriche da HTV. I risultati di recenti studi epidemiologici, infatti, non hanno evidenziato differenze significative tra misure di HTV pesate con diverse curve di ponderazione in frequenza (ISO W_h o curve similari a W_p) nella predizione dell'occorrenza di disturbi neurosensitivi o muscolo-scheletrici in lavoratori esposti a HTV (8,9). Queste evidenze epidemiologiche suggeriscono che è improbabile che una singola curva di ponderazione in frequenza di HTV sia appropriata per predire l'occorrenza di tutti gli effetti avversi da HTV in quanto differenti fattori etiologici e diversi meccanismi fisiopatologici possono intervenire nell'insorgenza delle varie componenti della sindrome da vibrazioni mano-braccio. Mentre VWF è una malattia professionale causata da uno specifico agente fisico, le patologie neurologiche e muscolo-scheletriche sono malattie lavoro-correlate nelle quali altri fattori di rischio, oltre a HTV, possono giocare un ruolo, quali le caratteristiche personali, un eccessivo carico fisico (forza, ripetitività, postura), e un elevato stress psicologico/psicosociale.

In conclusione, le misure di esposizione giornaliera a HTV costruite con la curva di ponderazione W_p ($A_p(8)$ e $E_{p,d}$ in accordo con ISO/TR 18570:2017), che danno maggior peso alle vibrazioni di media e alta frequenza, sembrano essere migliori predittori del rischio vascolare da HTV rispetto alla metrica convenzionale ISO calcolata con la curva W_h ($A_h(8)$ in accordo con ISO 5349-1:2001). Vi è qualche evidenza epidemiologica per un valore soglia di $E_{p,d}$ associato con l'insorgenza di VWF, con l'avvertenza che tale soglia è valida solamente per il rischio vascolare e non si applica agli altri effetti avversi da HTV (neurosensitivi e muscolo-scheletrici). La misura di HTV mediante la curva di ponderazione W_p può avere varie implicazioni per l'implementazione e la gestione della prevenzione dei disturbi vascolari da HTV, ad esempio la scelta di guanti protettivi con efficaci proprietà anti-vibrazioni. In ogni caso, le nuove informazioni emerse dagli studi biomeccanici ed epidemiologici possono essere di aiuto per il disegno e la manifattura di utensili vibranti e di dispositivi personali di protezione che riducano al minimo il rischio di patologie degli arti superiori associate all'esposizione occupazionale a HTV.

3.0 Consensus internazionale per la stadiazione clinica dei sintomi neurovascolari da HTV

Negli ultimi 30 anni, l'esperienza clinica ha rivelato una serie di inadeguatezze nella stadiazione dei sintomi vascolari e neurosensitivi da HTV definiti nelle scale dello Stockholm Workshop del 1986 (4,5). In particolare, è stata rilevata una certa ambiguità associata a limitata accuratezza nella terminologia usata per classificare gli stadi del fenomeno di Raynaud da vibranti (VWF). Analogamente, troppo generici sono stati considerati i riferimenti ai test obiettivi per evidenziare e quantificare i disturbi neurosensitivi da HTV. Allo scopo di aggiornare i criteri per una più puntuale stadiazione diagnostica dei sintomi vascolari e neurosensitivi da HTV, un panel internazionale di sette clinici del lavoro, appartenenti a istituzioni europee e nord-americane e attivi nei settori accademici e assistenziali per la diagnostica della HAVS, ha proposto una revisione delle scale dello Stockholm Workshop 1986 (3). A valle di un'ampia consultazione della letteratura clinica ed epidemiologica, e utilizzando una metodologia di consenso basata sulla procedura Delphi, sono state raccomandate le scale di stadiazione clinica riportate nella Tabella III per i sintomi vascolari e nella Tabella IV per i sintomi neurosensitivi.

Tabella III. ***Stadiazione dei sintomi vascolari della sindrome da vibrazioni mano-braccio***

Stadi dello Stockholm Workshop 1986	**Stadi del Consensus Internazionale 2019**
0: nessun sintomo vascolare	**0V**: nessun sintomo vascolare
1: occasionali episodi di pallore alle estremità di uno o più dita	**1V**: score 1 - 4 per pallore digitale
2: occasionali episodi di pallore alle falangi distale e intermedia (raramente prossimale) di uno o più dita	**2V**: score 5 - 12 per pallore digitale
3: frequenti episodi di pallore a tutte le falangi della maggior parte delle dita	**3V**: score > 12 per pallore digitale
4: come in stadio 3, con associati disturbi trofici alle estremità delle dita	

3.1 Nuova stadiazione clinica dei sintomi vascolari da HTV

Per quanto riguarda la stadiazione di VWF, si suggerisce di abbandonare la generica terminologia adottata dallo Stockholm Workshop 1986 (4) per definire la frequenza ("occasionali", "frequenti") e l'estensione degli episodi di dito bianco ("uno o più dita", "maggior parte delle dita"), ma piuttosto di valutare la severità del pallore digitale mediante un sistema di score (10) applicato a ciascun dito (score 3 per la falange prossimale, score 2 per la falange intermedia, score 1 per la falange distale del secondo-quinto dito; score 4 o 5 per le falangi del primo dito) e graduando la stadiazione in termini quantitativi (stadi 1V - 3V) per entrambe le mani separatamente (Tabella III). Si raccomanda, inoltre, che gli attacchi di Raynaud debbano essere obiettivati e confermati mediante l'uso di fotografie (es. mediante smartphone) che dimostrino la presenza di un pallore cutaneo ben demarcato. La nuova scala non distingue il fenomeno di Raynaud secondario da vibranti da quello primitivo la cui diagnosi differenziale spetta al clinico esperto, il quale dovrà anche la valutare la presenza di sintomi di ipersensibilità/intolleranza al freddo senza pallore Raynaud-simile o patologie arteriose occlusive a carico delle arcate palmari delle mani. Non vengono offerte raccomandazioni sui test obiettivi di provocazione del fenomeno di Raynaud (es. misura delle temperature cutanee digitali o misura delle pressioni sistoliche digitali dopo cold test in accordo con gli standard ISO 14835-1 e 2), ma ci si limita a segnalare che tali test possono essere utili per quantificare la severità degli attacchi vasospastici a frigore e che in alcuni Paesi vengono utilizzati a scopo medico-legale o assicurativo.

3.2 Nuova stadiazione clinica dei sintomi neurosensitivi da HTV

Per quanto riguarda i sintomi neurosensitivi da vibranti (parestesie, ipoestesie, diminuita destrezza manuale), lo scopo della nuova scala è di offrire una stadiazione più precisa e discriminante rispetto a quella dello Stockholm Workshop 1986 (5) e basata sui risultati di alcuni test obiettivi psicofisici (Tabella IV). Laddove lo stadio 1N contempla la sola presenza di sintomi neurosensitivi alle dita delle mani senza alterazioni obiettive, lo stadio 2N richiede, oltre ai sintomi, l'evidenziazione di una riduzione della percezione sensoriale in due o più dita innervate dai nervi mediano e/o ulnare mediante l'utilizzo di due o più test psicofisici quali i monofilamenti calibrati di Semmes-Weinstein (percezione tattile) e la misura delle soglie di percezione termica (soglie per il caldo e il freddo, zona termica neutrale) e/o delle soglie di percezione vibrotattile (utilizzando due o più frequenze che includano 31.5 Hz e 125 Hz). Lo stadio 3N prevede la presenza, in aggiunta allo stadio 2N, di alterata destrezza manuale obiettivata mediante il test di Purdue pegboard (pannello forato) che valuta la capacità di manipolazione fine di piccoli oggetti. I valori di normalità per le soglie termiche e vibrotattili possono essere ricavati dalla letteratura specifica e dallo standard ISO 13091-2 (per le soglie vibrotattili), mentre i valori di normalità per i monofilamenti di Semmes-Weinstein e il Purdue pegboard test in lavoratori manuali non esposti a HTV sono presentati nella pubblicazione di Consensus (3). Nel caso di rilievo di alterazioni dei test psicofisici a livello delle dita delle mani, spetterà al clinico esperto procedere con l'eventuale diagnosi differenziale per escludere sindromi da intrappolamento dei nervi afferenti agli arti superiori o altre neuropatie prossimali (test elettrodiagnostici multi-segmentali, diagnostica per immagini).

La nuova classificazione clinica della HAVS non include la componente muscolo-scheletrica della sindrome, probabilmente per via della aspecificità delle lesioni osteoarticolari e/o muscolo-tendinee degli arti superiori causate dalla azione combinata delle vibrazioni meccaniche e dei fattori ergonomici avversi (forza, ripetitività, postura) che agiscono simultaneamente durante le operazioni lavorative con utensili vibranti. Va tuttavia ricordato che nella legislazione del nostro Paese, la sindrome del tunnel carpale e le tendiniti/tenosinoviti della mano-polso sono incluse nella lista I delle malattie provocate dalle vibrazioni mano-braccio la cui origine lavorativa è di elevata probabilità e per le quali è obbligatoria la denuncia (GU n. 212 del 12.09.2014), mentre le osteoartropatie del polso, del gomito e della spalla causate dalle vibrazioni mano-braccio sono inserite sia nella lista I sia nelle tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura (D.M. 09.04.2008), unitamente alla sindrome di Raynaud secondaria delle dita delle mani e le neuropatie dei nervi mediano e ulnare per quelle lavorazioni, svolte in modo non occasionale, che comportano l'impiego di utensili, attrezzature, macchine ed apparecchi che trasmettono vibrazioni al sistema mano-braccio.

Tabella IV. ***Stadiazione dei sintomi neurosensitivi della sindrome da vibrazioni mano-braccio***

Stadi dello Stockholm Workshop 1986	Stadi del Consensus Internazionale 2019
SN0: nessun sintomo neurosensitivo alle dita delle mani	**0N**: nessun sintomo neurosensitivo alle dita delle mani
SN1: torpore intermittente, con o senza parestesie	**1N**: torpore o parestesie intermittenti
SN2: torpore intermittente o persistente, ridotta sensibilità tattile, termica, vibratoria	**2N**: come in stadio 1N ma con riduzione della percezione sensoriale in due o più dita evidenziata da due o più test psicofisici (monofilamenti di Semmes-Weinstein, soglie di percezione termica e vibrotattile)
SN3: torpore intermittente o persistente, ridotta discriminazione tattile e/o ridotta capacità di manipolazione fine	**3N**: come in stadio 2N ma con sintomi di alterata destrezza manuale evidenziati dal Purdue pegboard test

Bibliografia

1) International Standardization Organization. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand transmitted vibration – Supplementary method for assessing risk of vascular disorders. ISO/TR 18570. ISO, Geneva, 2017.
2) International Standardization Organization. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand transmitted vibration – Part 1: General requirements. ISO 5349-1. ISO, Geneva, 2001.
3) Poole CJM, Bovenzi M, Nilsson T, et al. International consensus criteria for diagnosing and staging hand-arm vibration syndrome. Int Arch Occup Environ Health 2019; 92: 117-27.
4) Gemne G, Pyykko I, Taylor W, et al. The Stockholm Workshop Scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of the Taylor–Pelmear scale). Scand J Work Environ Health 1987; 13: 275-8.
5) Brammer AJ, Taylor W, Lundborg G. Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. Scand J Work Environ Health 1987; 13: 279-83.
6) Bovenzi M. Epidemiological evidence for new frequency weightings of hand-transmitted vibration. Ind Health 2012; 50: 377-87.
7) Bovenzi M, Pinto I, Picciolo F. Risk assessment of vascular disorders by a supplementary hand-arm vascular weighting of hand-transmitted vibration. Int Arch Occup Environ Health 2019; 92: 129-39.
8) Bovenzi M, Prodi A, Mauro M. Relationships of neurosensory disorders and reduced work ability to alternative frequency weightings of hand-transmitted vibration. Scand J Work Environ Health 2015; 41: 247-58.
9) Bovenzi M, Prodi A, Mauro M. A longitudinal study of neck and upper limb musculoskeletal disorders and alternative measures of vibration exposure. Int Arch Occup Environ Health 2016; 89: 923-33.
10) Griffin MJ. Handbook of human vibration. Academic Press, London, 1990.

Corrispondenza: *Prof. Massimo Bovenzi, Unità Clinica Operativa di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste, Via della Pietà 2/2, 34129 Trieste, Italy, Tel. 040-3992313, E-mail: bovenzi@units.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 274-279
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Iole Pinto[1], Andrea Bogi[1], Francesco Picciolo[2], Nicola Stacchini[1]

La valutazione dei rischi da radiazioni ottiche: metodi, casi studio, criticità

[1] Laboratorio di Sanità Pubblica AUSL Toscana Sud Est - Agenti Fisici Siena
[2] Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente Università degli Studi di Siena

RIASSUNTO. ***Obiettivi.*** **Il lavoro presenta alcuni elementi utili ai fini della valutazione del richio da radiazioni ottiche negli ambienti di lavoro e alcune criticità emerse in attività ove tale rischio è rilevante.**
Metodi. **Vengono illustrate le principali metodiche per la valutazione ed il controllo del rischio in presenza di sorgenti in grado di esporre a radiazioni ottiche di elevata intensità, quali ad esempio saldatrici ad arco, forni di fusione di vetro o metalli, impiego di lampade germicida in cappe sterili e per la sterilizzazione di ambienti.**
Risultati. **Per i casi studio esaminati vengono presentati i principali risultati ottenuti in differenti scenari espositivi e le principali criticità riscontrate nell'attuazione delle misure di prevenzione e protezione.**
Conclusioni. **Alla luce delle criticità emerse nei casi studio illustrati, ove il rischio espositivo può essere rilevante, anche dal punto di vista degli infortuni causati da esposizioni accidentali ed incontrollate, appare indispensabile che gli attori aziendali della prevenzione acquisiscano un crescente grado di consapevolezza e competenza sul rischio da radiazioni ottiche e sulle appropriate misure di tutela da mettere in atto ai fini della prevenzione dello stesso.**

Parole chiave: rischio ROA, fonderie, saldatori, lampade UV, lampade germicide.

ABSTRACT. **Purpose.** ***Currents methods for the evaluation and control of optical radiation hazards at workplaces are presented.***
Methods. ***Safe exposure criteria that may be readily applied to practical situations are discussed. Hazard evaluation techniques are discussed for a number of intense optical radiation sources. Examples include arc welding, germicidal lamps in medical and laboratories activities, metal and glass melting.***
Results. ***Hazard data and PPE choice criteria are provided, taking account of varied critical aspects from the case studies discussed.***
Conclusions. ***Some critical aspects in the optical radiation safety management have been discussed. The improvement of protection programmes is needed to raise awareness of the health hazards of optical radiation, and to achieve the application of simple engineering controls and/or administrative controls aimed at ensuring that workers are made aware of the presence of potentially harmful optical radiation and providing information to avoid such harmful exposure, according to AOR Directive.***

Key words: *AOR risk, foundry, welding, UV lamps, germicide lamps.*

1. Introduzione

Le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezza d'onda compresa tra 100 nm e 1 mm prendono il nome di Radiazioni Ottiche. Lo spettro delle radiazioni ottiche si suddivide in radiazioni ultraviolette, radiazioni visibili e radiazioni infrarosse, come riportato in Tabella I.

Alcuni degli effetti nocivi provocati dall'esposizione alla radiazione ottica sono noti e documentati da secoli. Agli inizi del 1700 Ramazzini, il medico italiano fondatore della medicina del lavoro, nel libro "*De morbis artificum diatriba*", nel capitolo dedicato ai vetrai scriveva che i loro occhi "*Affrontano direttamente l'impeto del fuoco e spesso piangono la loro disgrazia con un' acuta infiammazione e si indeboliscono perché i loro umori naturali, che sono acquosi, vengono riseccati e consumati dall'eccessivo calore*". In un altro trattato di medicina del lavoro del Ferrannini dei primi del '900, si legge a proposito dei disturbi oculari connessi alla saldatura dei metalli "*è questa la sindrome dell'oftalmia elettrica, che si ha negli operai che saldano o fondono metalli con l'elettricità*". Per quanto riguarda l'effetto cancerogeno della radiazione UV - classificata dallo IARC come cancerogeno in classe 1 (1) - sono disponibili dati in letteratura scientifica da oltre 40 anni (2). Ciononostante l'assenza di valori limite e criteri specifici di valutazione del rischio da radiazioni ottiche nell'ambito del quadro normativo nazionale - prima dell'entrata in vigore del DLgs.81/2008 - fa riscontrare ancora oggi in attività lavorative che comportano elevate esposizioni a Radiazioni Ottiche, sia di origine naturale che di origine artificiale, notevoli carenze nell'attuazione delle misure di prevenzione minime a tutela della salute dei lavoratori, che in genere si accompagnano ad una scarsa consapevolezza del rischio da parte degli attori della prevenzione aziendale e conseguentemente dei lavoratori esposti. Nell'ambito del presente lavoro si individuano i principali aspetti relativi alla valutazione e prevenzione del rischio da radiazioni ottiche. Si esaminano quindi alcune attività e lavorazioni ove le esposizioni a radiazioni ottiche incoerenti di origine artificiale possono essere particolarmente elevate: saldatura ad arco, fusione di vetro e metalli, impiego di lampade germicida, e se ne discutono le principali criticità riscontrate nella valutazione e prevenzione del rischio in casi studio.

Tabella I. ***Effetti delle Radiazioni Ottiche su occhi e cute in funzione delle differenti componenti spettrali della Radiazione Ottica***

<table>
<tr><th>Regione spettrale</th><th>Occhio</th><th colspan="2">Pelle</th></tr>
<tr><td>Ultravioletto C
(da 100 nm a 280 nm)</td><td rowspan="2">Fotocheratite
Fotocongiuntivite</td><td rowspan="2">Eritema
(scottatura della pelle)</td><td rowspan="3">Tumori cutanei
fotoinvecchiamento cute</td></tr>
<tr><td>Ultravioletto B
(da 280 nm a 315 nm)</td></tr>
<tr><td>Ultravioletto A
(da 315 nm a 400 nm)</td><td>Cataratta fotochimica</td><td rowspan="2">Reazione di fotosensibilità</td></tr>
<tr><td>Visibile
(da 400 nm a 780 nm)</td><td>Lesione fotochimica
e termica della retina</td><td rowspan="4">Bruciatura della pelle</td></tr>
<tr><td>Infrarosso A
(da 780 nm a 1400 nm)</td><td>Cataratta
bruciatura della retina</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Infrarosso B
(da 1400 nm a 3000 nm)</td><td>Cataratta,
bruciatura della cornea</td></tr>
<tr><td>Infrarosso C
(3000 nm a 1 mm)</td><td>Bruciatura della cornea</td></tr>
</table>

2. Metodiche di valutazione del rischio da Radiazioni Ottiche

La finalità principale della valutazione del rischio da esposizione a radiazioni ottiche è l'individuazione delle appropriate misure di tutela da mettere in atto per prevenire l'insorgenza dei danni che l'interazione della radiazione ottica con l'occhio e con la cute può provocare, sintetizzati in Tabella I.

Il capo V del titolo VIII del D.lgvo 81/08 stabilisce i criteri e i metodi da attuare per la prevenzione del rischio da esposizione a radiazioni ottiche di origine artificiale.

L'Art. 216 del D.lgvo 81/08 "Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi" prescrive che nell'ambito della valutazione dei rischi, *il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori.* Nel caso delle radiazioni ottiche è in genere possibile acquisire dati adeguati ai fini della valutazione dei rischi senza effettuare alcuna misurazione, utilizzando ad esempio le fonti di seguito discusse, ovvero i dati forniti dai costruttori ai sensi di specifiche norme di prodotto, come espressamente previsto dalla normativa nel caso degli apparati Laser (3,4).

È da specificare al riguardo che la misurazione delle radiazioni ottiche sul posto di lavoro è in genere costosa, complessa e richiede personale altamente specializzato. Il costo della misura è solo in minima parte imputabile al costo intrinseco dello strumento di misura, ma è dovuto soprattutto alla complessità del controllo della correttezza dei dati acquisiti, che richiede la conoscenza a priori delle caratteristiche spettrali della sorgente ai fini della corretta calibrazione, acquisizione ed elaborazione delle misure (5). Qualora ciò non sia realizzato le misure possono essere affette da incertezze elevate e non quantificabili (6,7).

Ai fini della valutazione del rischio è possibile utilizzare la banca dati ROA contenuta nel Portale Agenti Fisici alla sezione Radiazioni Ottiche Artificiali (8). Essa include i dati di emissione dei principali apparati che emettono ROA di interesse fotobiologico, e riporta i risultati analitici delle misure di irradianza/radianza effettuate a differenti distanze e/o condizioni di impiego della sorgente. Viene inoltre fornita la durata massima di esposizione consentita per occhi/cute non protetti di un soggetto esposto alla distanza presa in esame (Figura 1). Vengono infine fornite informazioni sulle misure di tutela attuabili

DISTANZA SENSORE SORGENTE
20 cm

TEMPO DI ESPOSIZIONE MASSIMO
6 secondi

LAMPADA GERMICIDA IN CAPPA STERILE

Rif.D.lgs 81/08	INTERVALLO DELLO SPETTRO	ORGANI BERSAGLIO	RISULTATO	Val.
a	E_S (Ultravioletto)	Occhi e cute	Non esente: maggiore del VLE	4.6 W m^{-2}
b	E_{UVA} (Ultravioletto A)	Occhi	da 20% ÷ 50% del limite	0.1 W m^{-2}
c,d	L_B (Luce blu, sorgente estesa)	Occhi	Irrilevante	
e,f	E_B (Luce blu, sorgente piccola)	Occhi	Non applicabile	
	L_{AFA} (Luce blu, sorgente estesa, afachici)	Occhi	Irrilevante	
	E_{AFA} (Luce blu, sorgente piccola, afachici)	Occhi	Non applicabile	
g,h,i	L_R (Visibile e Infrarosso A)	Occhi	Irrilevante	
j,k,l	L_R (Infrarosso A)	Occhi	Irrilevante	
m,n	E_{IR} (Infrarosso A + Infrarosso B)	Occhi	Irrilevante	
o	E_{skin} (Visibile + Infrarosso A + Infrarosso B)	Cute	Irrilevante	

Figura 1. ***Esempio di presentazione delle misure contenute in banca dati ROA del Portale Agenti Fisici: Misure su Lampada Germicida installata in cappa sterile da laboratorio***

per la sorgente specifica (es. DPI, schermi, procedure operative etc.). Alla sezione radiazioni ottiche artificiali del Portale Agenti Fisici (8) sono altresì disponibili calcolatori interattivi di esposizione e procedure guidate on line che consentono di valutare il rischio di esposizione alle radiazioni ottiche emesse da sistemi per illuminazione a LED ed alogenuri, Laser, Saldatrici ad arco, acquisendo i dati relativi alle modalità di impiego ed alla geometria espositiva inseriti dall'utente. Nel caso delle saldatrici ad arco la procedura consente anche la scelta ed il dimensionamento dei DPI appropriati per gli operatori che si trovino ad operare nei pressi della postazione di saldatura e che sono comunque soggetti al rischio di superamento dei limiti di esposizione a radiazioni ottiche per occhi e cute qualora stazionino o transitino in prossimità dall'arco di saldatura (Figura 2).

2.1 Radiazione UV Solare

Le radiazioni ottiche naturali sono escluse dal campo di applicazione del titolo VIII. Ciò rappresenta un vuoto nell'impianto normativo, soprattutto se si considera che la radiazione UV solare è nel gruppo dei cancerogeni certi per l'uomo indicati dalla IARC (1). Le linee guida del Coordinamento tecnico delle regioni sugli agenti fisici (4),

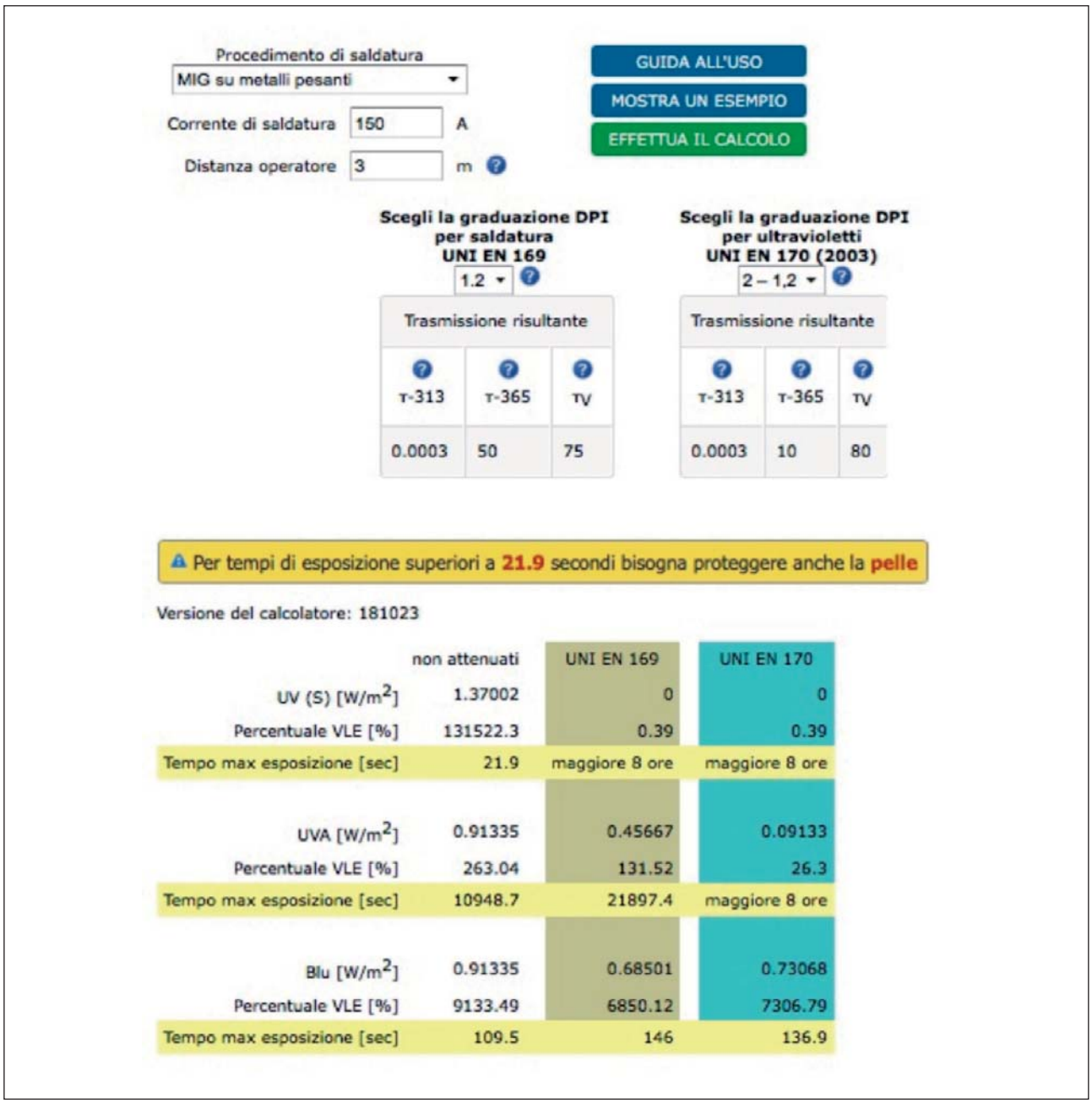


Figura 2. ***Risultati del calcolo dell'esposizione a Radiazione UV e luce blu da arco di saldatura sulla base dei parametri impostati dall'utente forniti dal calcolatore saldature disponibile on line sul Portale Agenti Fisici. Nell'esempio sono impostati i seguenti parametri: Saldatura MIG su metalli pesanti; Corrente di Saldatura 150 A; distanza del soggetto esposto: 3 metri dall'arco di saldatura. La scelta della graduazione dei DPI è effettuata nei due menu a tendina: Nella colonna UNI EN 169 si seleziona la graduazione qualora venga scelto un DPI da saldatore; nella colonna UNI EN 170 si sceglie la graduazione per un DPI da UV***

ribadiscono in proposito al punto 5.01, che l'art. 28 impone la valutazione di "…tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori…". Ai fini della valutazione e della prevenzione del rischio lavorativo dovuto all'esposizione a radiazione solare nelle lavorazioni all'aperto, è possibile fare riferimento al documento ICNIRP 14/2007 (2); sulla base di tale documento è possibile effettuare valutazioni quantitative di rischio per esposizione cutanea e oculare per i lavoratori e adottare le appropriate misure di tutela, in relazione all'UV index fornito dai bollettini metereologici, alle modalità espositive e alle condizioni ambientali di esposizione. È disponibile sul Portale agenti fisici di Regione Toscana - INAIL, alla sessione Radiazioni Ottiche Naturali (8), una procedura guidata on line che consente di applicare i criteri valutativi ICNIRP 14/2007 per la prevenzione del rischio da esposizione a radiazione UV solare per occhi e cute nelle lavorazioni outdoor.

3. Casi Studio

3.1 Saldatura ad Arco

Come si evince dai dati di letteratura (2,3) e dai dati disponibili on line sul Portale Agenti Fisici (8), l'esposizione a radiazione UV emessa dall'arco di saldatura è rilevante anche a distanze di decine di metri dalla postazione di saldatura. Dai dati di misura presentati in Tabella II, acquisiti in differenti attività di saldatura, emerge che coloro che operano in postazioni in prossimità dell'attività di saldatura ad arco, anche se non direttamente addetti alla saldatura, risultano esposti a livelli di radiazione UV e Luce Blu superiori ai valori limite di esposizione fissati dalla vigente normativa dopo pochi secondi o minuti di esposizione. Pertanto le attività di saldatura dovrebbero essere fisicamente separate dalle altre attività lavorative - laddove possibile - con apposite cabine o tende inattiniche autoestinguenti, specifiche per la protezione da ROA in saldatura, conformi alle norme EN 1598 (9), al fine di evitare esposizioni delle persone non direttamente coinvolte nell'attività di saldatura che operano in prossimità della stessa. Si ricorda in merito che il Capo V del Titolo VIII del D.lgvo 81/08 prevede specifiche sanzioni per la violazione dell'articolo 217 comma 2 che prescrive che "*i luoghi di lavoro in cui i lavoratori potrebbero essere esposti a livelli di radiazioni ottiche che superino i valori limite di esposizione devono essere indicati con un'apposita segnaletica. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile*".

I soggetti che a qualsiasi titolo si trovino a permanere nelle aree ove si svolgono attività di saldatura non schermate dovrebbero indossare DPI per occhi e cute idonei, che possono essere scelti utilizzando la procedura di calcolo disponibile on line sul Portale Agenti Fisici www.portaleagentifisci.it e descritta al precedente paragrafo (Figura 2). In genere quasi sempre nelle attività di saldatura vengono forniti ai saldatori ripari facciali e/o maschere conformi alla specifica normativa per i DPI per saldatura UNI EN ISO 169 (10). Va notato in merito che tali schermi non sono in genere idonei a proteggere anche la cute delle parti del corpo direttamente esposte alla radiazione ottica emessa dall'arco di saldatura, quali ad esempio petto e collo, con conseguente sovraesposizione cutanea per gli operatori addetti. Durante i lavori di saldatura dovrebbero essere sistematicamente utilizzati cappucci per saldatori per la protezione di testa e collo ovvero indumenti di lavoro e DPI di pari efficacia nella protezione della cute.

Per quanto riguarda la protezione degli occhi del saldatore, è da rilevare che talvolta le operazioni di puntatura risultano effettuate in assenza di protezione oculare. Ciò in genere avviene laddove la maschera di protezione in dotazione al saldatore è di tipo passivo (EN 169), dotata di un unico filtro molto scuro che rende poco agevole l'operazione di puntatura, che viene conseguentemente effettuata in assenza di protezione; ciò in genere comporta il superamento dei valori limite di esposizione oculare (luce blu e UV) e cutanea (UV), per quanto le operazioni di puntatura "ad occhio nudo" siano di breve durata. È indispensabile che nell'ambito della valutazione del rischio si esamini attentamente l'adeguatezza dei DPI forniti al saldatore anche ai fini della puntatura, optando ad esempio per maschere auto oscuranti conformi alla norma EN 379 (filtri auto-oscuranti) (11).

3.2 Fonderie

Nella fusione di vetro e metallo la sorgente di radiazione ottica è il metallo o il vetro alla temperatura di fusione, con emissione rilevante da un punto di vista del rischio fotobiologico nell'Infrarosso (12). Gli organi bersaglio per questa tipologia di esposizione sono camera anteriore dell'occhio (cataratta del cristallino) e cute (ustione

Tabella II. ***Durata massima esposizione consentita (Tmax) per prevenire il superamento del VLE per radiaizone UV e Luce Blu per un operatore non protetto che si trovi a 2 metri dal saldatore per differenti tipologie di saldatura ad arco***

Tipologia saldatura	Indice Rischio UV [180 480 nm] Tmax (s) min-max	Indice Rischio BLU Tmax (s) min-max
GMAW - Short-Spray Arc Filo continuo Corrente di saldatura: 140 A-270 A	3s - 10s	16s - 70s
GTAW - TIG (Argon) Corrente di saldatura: 120 A-180 A	30s - 90s	145s - 275s
GMAW - MIG 100% Argon Corrente di saldatura: 150 A-330 A	0s - 7s	8s - 60s

da infrarosso). Durante le fasi di prelievo, trasferimento e lavorazione del materiale fuso, l'esposizione a radiazione infrarossa degli operatori risulta in genere superiore ai valori limite di esposizione (12,13). Pertanto gli operatori addetti alle fasi che danno luogo al superamento dei limiti di esposizione devono indossare ripari facciali o maschere di protezione specifici per IR. Talvolta in tali realtà si è riscontrato che vengono forniti agli operatori ripari facciali di protezione non idonei, tipicamente con filtro per UV (filtro n. 2 norma EN 170) (14) e non per Infrarosso (filtro n. 4 norma EN 171) (15). In genere i filtri per UV non sono efficaci nell'attenuazione dell'infrarosso, e possono comportare un incremento dell'esposizione oculare alla radiazione Infrarossa emessa dal corpo incandescente. La criticità scaturisce dal fatto che i DPI per infrarossi con attenuazione idonea per temperature di fusione intorno a 1200 °C (numero scala 4-3 o 4-4) sono molto scuri, e sono da utilizzarsi esclusivamente nelle fasi di maggiore esposizione ad infrarosso in prossimità del materiale incandescente, (prelievo da forno, colata etc.). Viceversa tali filtri non possono essere usati per mansioni differenti da quelle che comportano la visione diretta del materiale fuso, in quanto la trasmissione nel visibile è inadeguata per l'espletamento di altre attività lavorative. Per altre mansioni in prossimità della sorgente è possibile scegliere - in funzione della durata dell'esposizione alla radiazione IR effettivamente necessaria all'espletamento delle differenti mansioni - occhiali per infrarossi meno scuri, che attenuano in misura minore la radiazione infrarossa e con una maggiore trasmissione nel visibile, e quindi più confortevoli sotto il profilo del comfort visivo per il lavoratore.

3.3 Lampade Germicida

Una lampada germicida è un tipo particolare di lampada che produce radiazione ultravioletta con componente spettrale dominante nella regione UV-C. La radiazione ultravioletta nella regione UV-C modifica il DNA o l'RNA dei microorganismi e quindi impedisce loro di riprodursi o di essere dannosi. Per tale motivo viene utilizzata in diverse applicazioni, quali la disinfezione di cibo, acqua e aria. Tipicamente le lampade germicida, installate in cappe sterili di laboratorio o a parete per sterilizzare ambienti, sono costituite da lampade al mercurio, con emissione dominante nella riga spettrale a 253 nm (UVC). Gli organi bersaglio sono la cornea e la cute. Le misurazioni effettuate in condizione di esposizione diretta dell'operatore (ad altezza operatore) alla radiazione emessa da lampade installate a soffitto a 3 metri dal pavimento, evidenziano esposizioni particolarmente elevate, che comportano il superamento dei limiti di legge per la radiazione UV in pochi secondi di esposizione, per un soggetto non protetto (16). Analoghi risultati sono stati ottenuti per lampade germicida installate in cappe da laboratorio, in posizione operatore ed a cappa aperta (16).

Sulla base di tali evidenze appare indispensabile che vengano stabilite procedure di sicurezza per l'impiego di tali lampade e che tutti i lavoratori che a qualsiasi titolo accedano ai locali ove sono installate tali lampade siano a conoscenza delle procedure di sicurezza e le rispettino con consapevolezza. È indispensabile prevenire l'accesso al locale a soggetti non protetti ed inconsapevoli del rischio, nel caso in cui l'accesso avvenga con le lampade in funzione.

Una misura di tutela particolarmente efficace a tale proposito è quella di predisporre che l'accensione delle lampade avvenga solo grazie ad appositi interruttori a chiave, e che queste siano affidate solo a personale adeguatamente formato (16). Tali elementari e fondamentali misure di tutela non sembra siano ancora sistematicamente messe in atto in tutte le realtà operative ove tali lampade sono utilizzate, sia in ambito sanitario che nel terziario (palestre, pubblici esercizi etc.); talvolta gli operatori non sono consapevoli dell'esistenza del rischio espositivo a radiazione UVC e ciò può causare esposizioni rilevanti con danni gravi ad occhi e cute dei soggetti accidentalmente esposti.

4. Conclusioni

L'attuale quadro normativo, in vigore ormai da dieci anni, dovrebbe rappresentare un'importante opportunità per la prevenzione del rischio da esposizione a radiazioni ottiche, definendo in maniera puntuale gli obblighi e i criteri cui i datori di lavoro devono attenersi ai fini della riduzione e del controllo del rischio. Nel presente lavoro si sono discusse alcune delle principali criticità emerse ai fini della prevenzione e protezione dei lavoratori in attività ove tale rischio è rilevante, anche dal punto di vista degli infortuni causati da esposizioni accidentali ed incontrollate. Appare indispensabile che gli attori della prevenzione ed in particolare gli addetti ai servizi di prevenzione e protezione rischi, i medici competenti, i responsabili dei lavoratori per la sicurezza e gli operatori della vigilanza acquisiscano un crescente livello di consapevolezza e competenza sul rischio da radiazioni ottiche e sulle appropriate misure di tutela da mettere in atto ai fini della prevenzione dello stesso.

Bibliografia

1) International Agency for research on cancer WHO. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, Volume 100 D: Radiation (http:// http://monographs.iarc.fr).
2) ICNIRP 14/2007 Protecting Workers from Ultraviolet Radiation International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection In Collaboration with: International Labour Organization World Health Organization ISBN 978-3-934994-07-2.
3) Guida non vincolante alla buona prassi nell'attuazione della direttiva 2006/25/CE "Radiazioni ottiche artificiali" ISBN 978-92-79-19811 Unione Europea, 2011.
4) Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome: "Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavori Indicazioni operative" http://www.portaleagentifisici.it/DOCUMENTI/
5) Larason TC, Cromer CL. Sources of Error in UV Radiation Measurements J Res Natl Inst Stand Technol 2001; 106: 649-656.
6) UNI EN 14255-1: 2006 Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 1: Radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro.
7) UNI EN 14255-2: 2006 Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 2: Radiazioni visibili ed infrarosse emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro.

8) https://www.portaleagentifisici.it
9) UNI EN 1598:2004 Salute e sicurezza in saldatura e tecniche connesse - Tende, strisce e schermi trasparenti per procedimenti di saldatura ad arco.
10) UNI EN 169: 2003 Protezione personale degli occhi - Filtri per saldatura e tecniche connesse - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate.
11) UNI EN 379: 2004 Protezione personale degli occhi - Filtri automatici per saldatura.
12) ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure To Incoherent Visible And Infrared Radiation Published In: Health Physics 105(1): 74-96; 2013.
13) Sisto R, Pinto I, Stacchini N, et al. AIHAJ - American Industrial Hygiene Association 01/2000; 61(1): 5-10 Infrared Radiation Exposition Risk in "Glass Traditional Factories".
14) UNI EN 170: 2003 Protezione personale degli occhi - Filtri ultravioletti - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate.
15) UNI EN 171: 2003 Protezione personale degli occhi - Filtri infrarossi - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate.
16) Pinto I, Bogi A, Picciolo F, et al. Procedure operative per la prevenzione del rischio da esposizione a Radiazioni Ottiche Artificiali: Cappe sterili e Lampade Germicide Rapporto PAF 1/15: 2015 https://www.portaleagentifisici.it/filemanager/userfiles/DOCUMENTAZIONE/ROA_DOCUMENTAZIONE/report_paf_roa_2_04_2015_UVC.pdf?lg=IT

Corrispondenza: *Iole Pinto, Laboratorio di Sanità Pubblica AUSL Toscana Sud Est, Agenti Fisici, Strada di Ruffolo 4, 53100 Siena, Italy, E-mail: iole.pinto@uslsudest.toscana.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 280-284
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Rosaria Falsaperla[1], Eugenio Mattei[2], Federica Censi[2], Andrea Bogi[3], Iole Pinto[3], Giovanni Calcagnini[2]

La valutazione del rischio da esposizione a CEM con particolare riguardo alla tutela dei soggetti sensibili

[1] Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, INAIL, Via di Fontana Candida 1, 00078 Monte Porzio Catone (Roma)
[2] Dipartimento di Malattie Cardiovascolari, Endocrino-metaboliche e Invecchiamento, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Roma
[3] Laboratorio di Sanità Pubblica Agenti Fisici, Azienda USL Toscana Sud Est, Strada del Ruffolo 4, 53100 Siena

RIASSUNTO. ***Obiettivi.*** **La relazione illustra elementi utili alla valutazione del rischio per esposizione ai campi elettromagnetici in ambito occupazionale, anche in riferimento ai soggetti sensibili quali i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA).**
Metodi. **L'approccio introdotto dal D.lgs 81/08 per la valutazione del rischio non include esplicitamente criteri operativi e misure specifiche per la protezione dei soggetti sensibili. Nel caso dei portatori di DMIA, il datore di lavoro può fare riferimento a pertinenti norme tecniche armonizzate.**
Risultati. **Vengono illustrati i risultati di una sperimentazione *in vitro* su pacemaker condotta seguendo le indicazioni della norma tecnica di riferimento e impiegando sorgenti di campi elettromagnetici che, per tipologia del segnale emesso, non consentono di escludere un'influenza a priori sul funzionamento del dispositivo.**
Conclusioni. **I lavoratori particolarmente sensibili al rischio sono tutelati, in genere, se sono rispettati i requisiti di protezione stabiliti per la popolazione. Tale misura può, in alcune condizioni, non essere sufficiente rendendo necessario effettuare valutazioni più approfondite e individuali. Tuttavia i casi qui illustrati per i DMIA hanno evidenziato fenomeni di interferenza solo in limitate configurazioni sperimentali, nonostante i livelli dei campi elettrici e magnetici generati dalle sorgenti fossero superiori ai limiti per la popolazione generale.**

Parole chiave: esposizione occupazionale a CEM, Decreto legislativo 81/08, valutazione del rischio, lavoratori particolarmente sensibili al rischio, DMIA - dispositivi medici impiantabili attivi.

ABSTRACT. Assessment of the risk due to exposure to emf with particular reference to the protection of sensitive subjects.
Purpose. ***The work illustrates useful elements for the risk assessment for workers exposed to electromagnetic fields, also in reference to sensitive subjects such as those with active implantable medical devices (AIMD).***
Methods. ***The approach introduced by Legislative Decree 81/08 for risk assessment does not explicitly include operational criteria and specific measures for the protection of sensitive subjects. In the case of workers with DMIA, the employer may refer to relevant harmonized technical standards.***
Results. ***They are shown the results of* in vitro *tests performed on pacemakers following the indications of the technical reference standard and employing sources of electromagnetic fields that, due to the type of signal emitted, do not allow to exclude an a priori influence on the operation of the device.***
Conclusions. Workers at particular risk are generally protected if the requirements established for the population are respected. This measure may, under certain conditions, not be sufficient,

1. Introduzione

Il Capo IV del Titolo VIII del D. lgs. 81/08 introduce all'Articolo 209 alcune semplificazioni per quanto attiene il processo di valutazione del rischio delineando un percorso che prevede anche l'utilizzo di banche dati.

Per quanto riguarda i lavoratori particolarmente sensibili al rischio, tra cui di particolare interesse i portatori di dispositivi medici, pur se è richiesta al datore di lavoro l'adozione di specifiche misure di protezione, non sono però fornite indicazioni tecniche e misure operative per la loro implementazione.

La presente relazione affronta la tematica della valutazione del rischio proponendosi di fornire elementi utili e criteri operativi da seguire anche in riferimento alla tutela dei soggetti sensibili, con particolare attenzione ai portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA).

2. Criteri generali per la valutazione del rischio occupazionale a CEM

La prima criticità che si incontra nella valutazione del rischio riguarda la distinzione tra esposizioni di carattere professionale ed esposizioni della popolazione, in quanto nei due casi si applicano requisiti di protezione differenti. Seguendo la definizione della legge quadro 36/2001 art. 3, comma f), per esposizione dei lavoratori si deve intendere: "ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". La stessa legge all'art. 3 comma g) specifica cosa si debba intendere invece per esposizione della popolazione: "ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici". Secondo queste definizioni, le esposizioni di carattere professionale sono quindi quelle strettamente correlate alla mansione del lavoratore, indipendentemente dai livelli CEM presenti nello scenario espositivo.

Per i lavoratori esposti non per motivi professionali, dovranno quindi essere applicati i requisiti di protezione stabiliti per la popolazione (DPCM 8/7/2003 e Raccomandazione Europea 1999/519/CE) che garantiscono in gene-

making it necessary to carry out more in-depth and individual assessments. However, the cases illustrated here for AIMD showed interference phenomena only in limited experimental configurations despite the levels of the electric and magnetic fields generated by the sources exceeding the limits for the general population.

Key words: *occupational exposure to EMF, Legislative Decree 81/08, risk assessment, wrkers at particular risk, AIMD - Active Implantable Medical Devices.*

rale l'assenza di effetti su qualsiasi soggetto esposto, inclusi quelli particolarmente sensibili al rischio.

Indicazioni sulle differenti categorie di soggetti particolarmente sensibili al rischio si possono trovare nella Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE relativa ai Campi Elettromagnetici Volume 1 (1). Esse comprendono portatori di dispositivi medici impiantati attivi (ad es. stimolatori cardiaci, impianti cocleari, neurostimolatori); passivi (protesi articolari, chiodi, stent, protesi valvolari cardiache, impianti contraccettivi metallici); portatori di dispositivi medici indossati sul corpo e donne in stato di gravidanza.

Nelle donne in gravidanza, le particolari condizioni fisiologiche e la presenza dell'embrione, possono aumentare il rischio di insorgenza degli effetti diretti dell'esposizione. La protezione può essere attuata tenendo conto dei limiti di esposizione per la popolazione fissati dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE o, in alternativa, dei valori limite di esposizione fissati da ICNIRP 2009 per il campo magnetico statico e da ICNIRP 2010 per gli effetti non termici dei campi elettrici e magnetici variabili nel tempo in quanto rappresentano i riferimenti scientifici più aggiornati.

Nel caso dei portatori di dispositivi medici, attivi e/o passivi secondo la Guida Non Vincolante della Commissione Europea, la conformità alla Raccomandazione 1999/519/CE in termini di livelli di riferimento del campo elettromagnetico, dovrebbe fornire un'adeguata protezione. Le stesse considerazioni si possono estendere anche al caso di portatori di inclusi metallici o contenenti parti metalliche, quali ad esempio schegge metalliche e piercing. Fa eccezione il caso del campo magnetico statico per il quale lo stesso D.lgs. 81/08 stabilisce il Valore di Azione (VA) di 0.5 m T per prevenire interferenze con i DMIA.

Una delle azioni prioritarie da intraprendere quindi, come richiamato dalle norme di buona tecnica, è che le aree di superamento dei livelli di riferimento per la popolazione siano opportunamente segnalate al fine di prevenire esposizioni di soggetti inconsapevoli della sussistenza del rischio e dei soggetti particolarmente sensibili. La carenza della messa in atto di tali azioni è una delle criticità frequentemente riscontrabili nelle valutazioni del rischio CEM.

Del resto l'articolo 210 richiama il datore di lavoro ad adattare le misure di protezione "*alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio e, se del caso, a valutazioni individuali dei rischi*" e l'articolo 210-bis rafforza l'importanza della formazione per la prevenzione dei rischi.

Entrando nel merito dei criteri operativi cui può riferirsi il datore di lavoro, l'Articolo 209 delinea un percorso indirizzato a semplificare, laddove possibile, il processo di valutazione del rischio. La sua articolazione prevede che possano essere utilizzati in prima istanza riferimenti operativi tra i quali le già citate Guide non vincolanti della Commissione europea le pertinenti norme tecniche europee (CENELEC) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), le informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni. La valutazione del rischio deve tenere conto anche delle informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature (comma 1). Il richiamo alle informazioni fornite dal fabbricante evidenzia l'importanza dei manuali tecnici di istruzione e uso delle apparecchiature, la cui consultazione diventa rilevante anche in riferimento alla eventuale indicazione di misure di protezione per i lavoratori, in particolare per quanto riguarda i soggetti sensibili.

Citato implicitamente attraverso il richiamo alle banche dati, assume rilevanza il Portale Agenti Fisici (PAF) (*http://www.portaleagentifisici.it/*), le cui banche dati sono dunque valevoli ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D.lgs. 81/08.

3. Portatori di DMIA. Valutazione del rischio

La valutazione dei rischi per il lavoratore portatore di DMIA inizia dalla conoscenza dei requisiti di immunità che i dispositivi stessi devono soddisfare ai sensi delle direttive e delle relative norme tecniche armonizzate applicabili al particolare dispositivo medico in esame.

Per tutti i DMIA immessi sul mercato dal 1995, i requisiti sono stabiliti alla Direttiva 90/385/CEE confluita poi nella Direttiva 2007/47/CE unitamente a quella sui dispositivi medici (93/42/CEE). Nel 2017, entrambe le direttive sono state abrogate dal Nuovo Regolamento Dispositivi Medici (MDR) 2017/45 del 5 aprile 2017, pubblicato in Gazzetta 117/92 del 5 maggio 2017. I requisiti indicati nelle direttive prima e nel regolamento poi sono volutamente di carattere generale, mentre i contenuti tecnici sono rimandati a norme tecniche.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici, il Nuovo Regolamento, analogamente alla precedente direttiva, stabilisce che i dispositivi medici devono essere progettati e fabbricati in modo tale da prevenire possibili effetti di interferenza causati da campi elettromagnetici a cui il dispositivo può essere esposto nelle situazioni espositive ragionevolmente prevedibili. Le norme tecniche armonizzate cui devono riferirsi i fabbricanti in applicazione dei requisiti essenziali stabiliti dal Nuovo Regolamento sono ancora quelle armonizzate alla Direttiva 90/385 (EN45502-1 (2), norma orizzontale valida per tutte le tipologie di dispositivo e la serie EN45502-2-X di norme particolari, specifiche per le varie tipologie di DMIA). Esse derivano i requisiti di immunità elettromagnetica dai livelli di riferimento indicati dalla Raccomandazione 1999/519/CE per la protezione della popolazione essendo questo l'ordine di grandezza dei livelli di campi elettromagnetici dovuti alle più comuni sorgenti ambientali. Come prevedibile, una

sorgente esplicitamente presa in considerazione dalla norma è il telefono cellulare, considerata la sua diffusione negli ambienti di vita comune.

I test previsti dalle norme tecniche non valutano l'immunità dei dispostivi a segnali associati a sorgenti specifiche, non comuni, come quelle che spesso si possono trovare negli ambienti di lavoro.

A questo proposito si evidenzia che a supporto dei datori di lavoro il CENELEC ha redatto una serie di norme applicative che forniscono gli elementi necessari per effettuare la valutazione del rischio per i lavoratori portatori di DMIA (EN50527-1 (3); EN50527-2-1 (4)).

Il presupposto di partenza è che nella maggior parte dei casi i dispositivi medici funzionino correttamente qualora non siano superati i livelli di riferimento stabiliti dalla Raccomandazione 1999/519/CE. Condizioni specifiche che contrastano questo assunto possono derivare ad esempio da una particolare configurazione del DMIA, dovuta ad esigenze specifiche del paziente, in ogni caso esplicitamente dichiarate nella documentazione a corredo del DMIA.

Da un punto di vista pratico è prevista un'analisi dei rischi semplificata seguita, se necessario, da una più approfondita valutazione del rischio. La norma indica di valutare non solo la probabilità di interferenza sul dispositivo, ma anche la probabilità che le conseguenze abbiano rilevanza clinica per il lavoratore. L'analisi semplificata delineata nella norma generale EN50527-1 presuppone da parte del datore di lavoro una ricognizione delle sorgenti potenzialmente interferenti con i DMIA, sorgenti che devono poi essere confrontate con quelle riportate in una tabella (Tabella 1), che elenca gli ambienti di lavoro e le apparecchiature considerate automaticamente conformi, purché vengano rispettate le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note". Se tutte le sorgenti individuate rientrano nella tabella e sono utilizzate come specificato nella stessa, il processo di valutazione del rischio può essere considerato concluso e non sono necessarie ulteriori azioni. Ad esempio, per i telefoni cellulari e per i telefoni senza fili, indipendentemente dal luogo di utilizzo, la valutazione del rischio, a meno di indicazioni particolari (Tabella 1 "Eccezioni e Note"), presuppone come unica misura precauzionale il mantenimento di una distanza di sicurezza di 15 cm. Se sul luogo di lavoro sono presenti sorgenti diverse da quelle riportate nella Tabella 1, o il loro utilizzo non è conforme a quanto indicato nella tabella stessa, lo sforzo di valutazione può essere comunque ridotto verificando se il lavoratore con DMIA abbia già lavorato nella sua mansione attuale senza effetti clinicamente significativi (comportamento precedentemente non influenzato, paragrafo 5.1.3 di EN50527-1). Le stesse considerazioni si possono estendere al caso in cui siano disponibili dati storici di assenza di influenze sul DMIA in relazione alla sorgente in esame.

Nel caso in cui nessuno degli approcci semplificati risponda alle peculiarità del luogo di lavoro, è necessario procedere ad una valutazione specifica, seguendo le indicazioni riportate nell'Allegato A della norma, anch'esso di carattere normativo. Sono proposti due possibili approcci alternativi:

- Approccio non clinico: si basa sul confronto tra i livelli di esposizione presenti sul luogo di lavoro e i livelli di immunità del dispositivo. Coerentemente con i presupposti protezionistici della norma, qualora non vengano superati i livelli di riferimento per la popolazione (Raccomandazione 1999/159/CE [6]) e in assenza di avvertenze specifiche, non è necessaria una ulteriore valutazione di conformità.
- Approccio clinico: si basa sul monitoraggio del funzionamento del DMIA in condizioni di esposizione reali o simulate in laboratorio. Nel caso particolare dei pacemaker, è possibile utilizzare un holter 24h per registrare il funzionamento del dispositivo durante l'intera giornata lavorativa. Tale approccio potrebbe non individuare un margine di sicurezza a meno di effettuare un test provocativo (aumento dei livelli di esposizione fino all'induzione di un'interferenza sul DMIA) e deve essere adottato sotto la supervisione medica.

Indipendentemente dal percorso seguito, il processo di valutazione del rischio deve comunque terminare, come detto, con l'individuazione delle aree di accesso (continuativo/ transitorio) o di interdizione per il lavoratore. Il razionale delle norme CENELEC è confermato dalla Guida non vincolante della Commissione europea.

Nel paragrafo seguente si descrivono i risultati di una sperimentazione *in vitro* (approccio non-clinico per i pacemaker) condotta dagli autori del presente contributo. Tali prove non richiedono il coinvolgimento diretto del lavoratore e rappresentano uno strumento utile per riprodurre sia condizioni di esposizione realistiche che configurazioni di caso peggiore attraverso test provocativi.

4. Esempi di test *in-vitro* per la valutazione del rischio del lavoratore portatore di pacemaker

Nel 2017, nell'ambito di un progetto INAIL in collaborazione (bando BRIC-2016, tematica ID30, capofila IFAC-CNR), è stata avviata un'attività di ricerca indirizzata ad approfondire la tematica della compatibilità tra portatori di DMIA, in particolare pacemaker, e sorgenti di campi elettromagnetici presenti in ambito occupazionale (5). In particolare, sono state individuate alcune sorgenti di interesse in ambito sanitario (elettrobisturi e stimolatori transcranici) e industriale (saldatrici industriali ad arco) che, per la tipologia del segnale emesso, di tipo complesso e impulsivo, non consentono di escludere a priori un'influenza sul funzionamento dei pacemaker e richiedono pertanto un'analisi specifica. Per effettuare questa analisi specifica, è stato scelto di seguire l'approccio non clinico suggerito nella EN50527-2-1 e di effettuare misure sperimentali *in-vitro* attraverso cui ottenere informazioni utili alla valutazione del rischio. Allo scopo, seguendo sempre le indicazioni fornite della norma EN50527-2-1, è stato messo a punto un set-up di misura basato su un fantoccio antropomorfo, di dimensioni reali, riempito con una soluzione salina, la cui concentrazione dipende dal range di frequenza dei campi elettromagnetici in studio. Il fantoccio è stato equipaggiato per alloggiare pacemaker e ca-

teteri e consente di riprodurre sia situazioni realistiche di esposizione del lavoratore che condizioni di caso peggiore. Molte prove sono state quindi effettuate simulando le condizioni di caso peggiore sia in termini di tipologia del segnale emesso dalla sorgente sia in relazione all'accoppiamento con il pacemaker. È importante tenere presente che i loro esiti sono strettamente specifici per il particolare dispositivo in esame e per lo specifico ambiente di lavoro testato.

Elettrobisturi

L'elettrobisturi è stato fatto funzionare sia in modalità taglio che coagulo. Per simulare le condizioni di caso peggiore, l'elettrobisturi è stato provato in modo di massimizzare sia il campo elettrico (circuito aperto) che il campo magnetico (circuito chiuso su carico noto). Nelle varie prove i cavi dell'elettrobisturi sono stati disposti secondo le normali modalità di utilizzo o in modo da massimizzare il campo magnetico generato o di massimizzare l'accoppiamento dell'elettrocatetere con il campo elettrico (Figura 1).

Nel caso del pacemaker studiato non sono stati evidenziati fenomeni di inibizione o di passaggio al "noise reversion mode" (disattivazione del sensing ed innesco della stimolazione asincrona).

Stimolatori transcranici

Gli stimolatori transcranici sono generatori di impulsi magnetici ad alta intensità (fino a 3T). Durante i test sono stati utilizzati due modelli di dispositivi (ATES e MAGSTIM). Dopo alcuni test con impulsi singoli, si è considerato come caso peggiore quello di uno stimolatore che emette impulsi ripetuti con frequenza pari a 2 Hz modificando anche la posizione reciproca bobina di stimolazione-fantoccio (zona toracica sede del pacemaker). Con la bobina di stimolazione tenuta in posizione parallela al torace dell'operatore, stato osservato nel pacemaker il passaggio dalla stimolazione programmata (VVI) alla modalità di "noise reversion" (Figura 2).

Saldatrici ad arco

Anche in questo caso sono state individuate le configurazioni realistiche di caso peggiore, sia per la componente elettrica che per quella magnetica del campo. Alcuni esempi delle configurazioni studiate sono riportate in Figura 3.

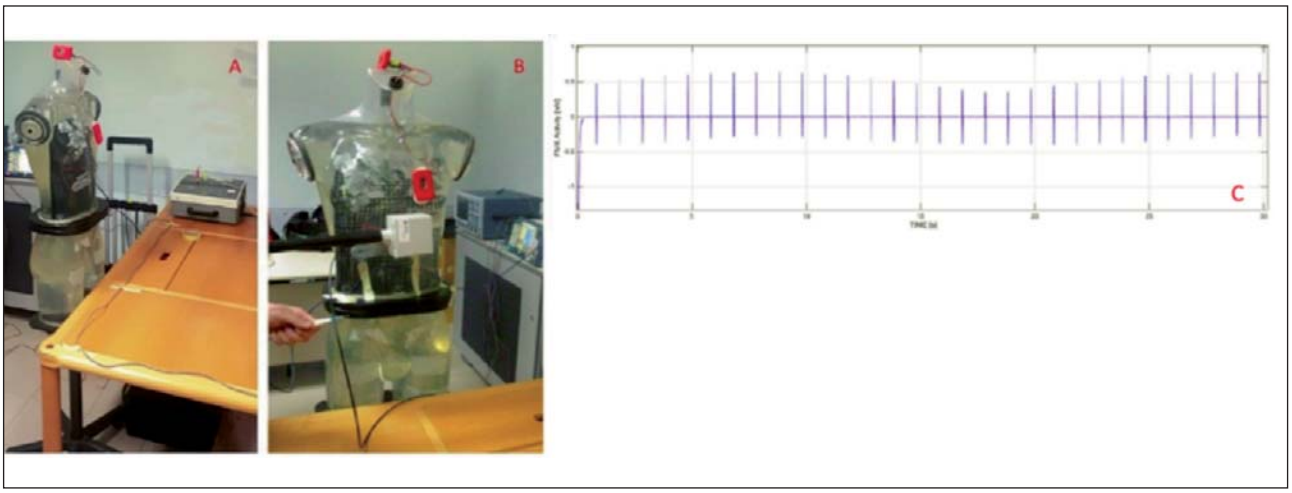


Figura 1. ***Caratterizzazione elettrobisturi. A) e B): fantoccio antropomorfo e setup sperimentale; C) Attività del pacemker durante l'utilizzo dell'elettrobisturi***

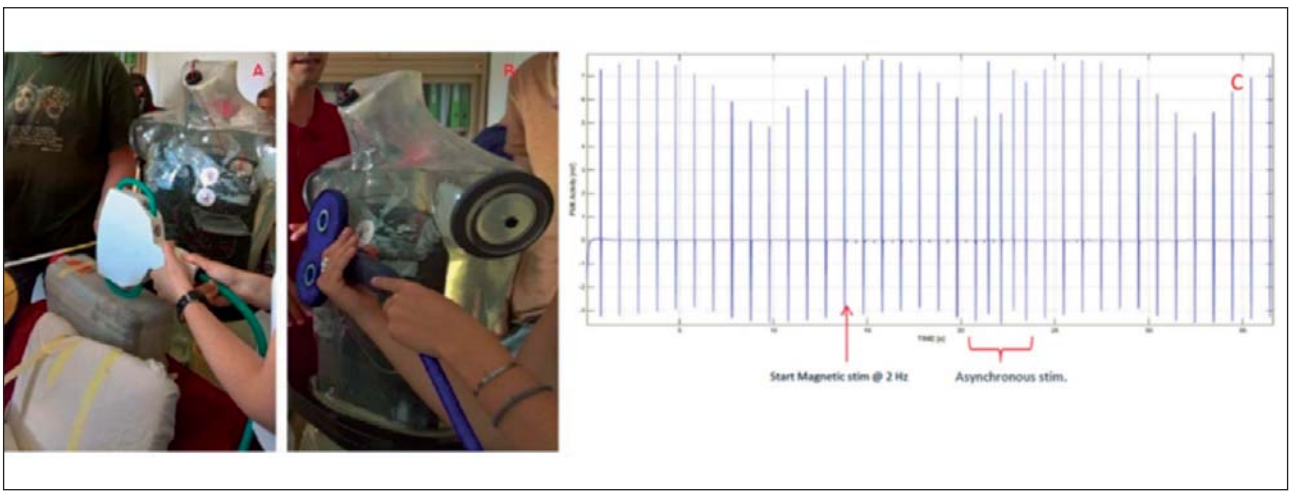


Figura 2. ***Caratterizzazione dello stimolatore transcranico. A) e B): fantoccio antropomorfo e setup sperimentale; C) Attività del pacemker durante l'utilizzo dello stimolatore transcranico***

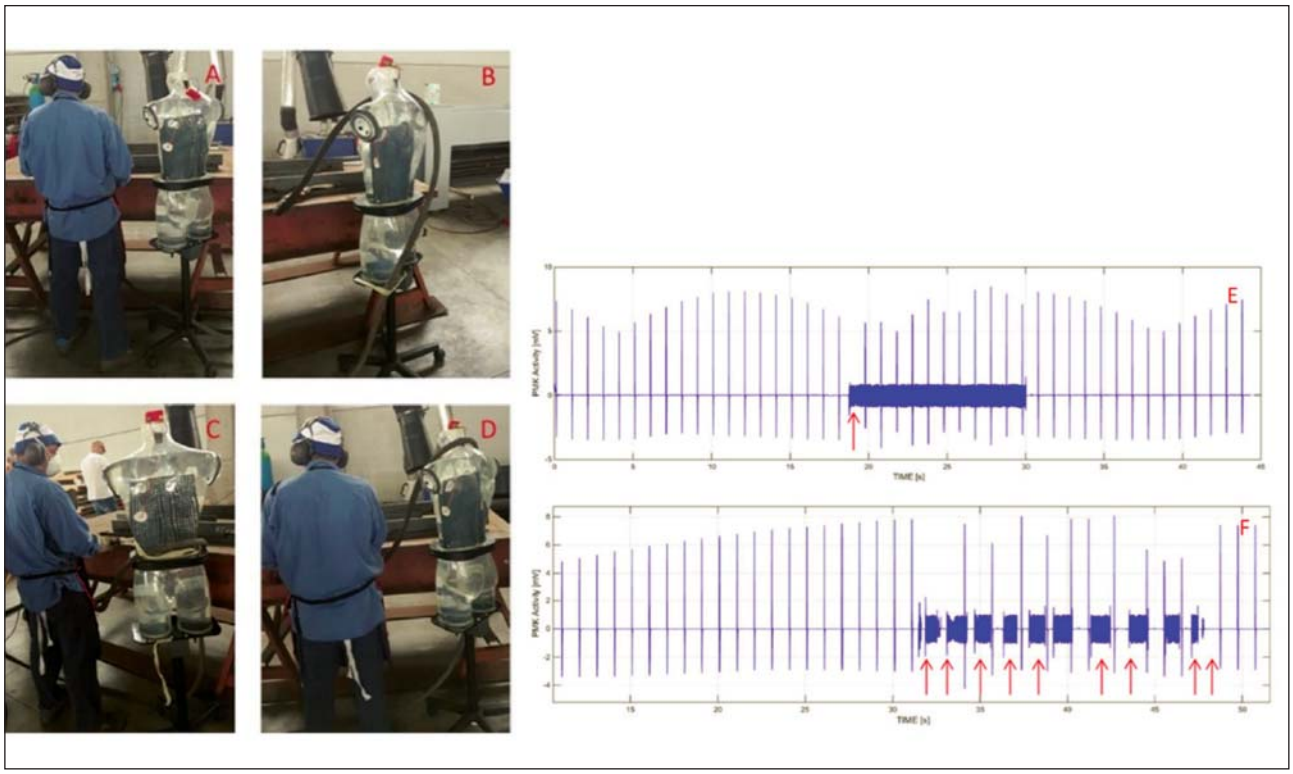


Figura 3. ***Caratterizzazione della saldatrice ad arco. A), B), C) e D): fantoccio antropomorfo ed esempi di setup sperimentale; E) Inibizione del pacemaker per un singolo battito (freccia rossa): configurazione sperimentale D) e funzionamento continuo della saldatrice; F) Inibizione del pacemaker, alternata con periodi di stimolazione: configurazione sperimentale D) ed azionamento intermittente della saldatrice***

In alcune configurazioni, in particolare quelle in cui il posizionamento del cavo generava un con campo magnetico perpendicolare al piano occupato dall'impianto (Fig. 3D), i segnali registrati hanno evidenziato la possibilità di inibizione del pacemaker, sia quando la saldatrice è stata fatta funzionare in modalità continua (Fig. 3E) che in modalità intermittente, con un tempo di ripetizione di circa 1Hz (Fig. 3F).

5. Conclusioni

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio sono tutelati, in genere, se sono rispettati i requisiti di protezione stabiliti per la popolazione. Data la complessità delle situazioni espositive presenti in ambiente di lavoro, non sempre però questa misura di protezione è sufficiente e si rende necessario effettuare valutazioni più approfondite e individuali, anche finalizzate alla verifica dell'idoneità alla mansione lavorativa.

Nel caso dei portatori d DMIA valutazioni specifiche possono essere condotte seguendo le indicazioni operative delineate da pertinenti norme tecniche redatte dal CENELEC. A titolo esemplificativo è stata effettuata una sperimentazione *in vitro* indicata dalla norma sui pacemaker tra i metodi non clinici per la valutazione specifica del rischio. Gli esiti delle prove *in vitro* hanno evidenziato episodi di interferenza solo in limitate configurazioni per gli apparati di stimolazione transcranica e delle saldatrici industriali esaminati. Nessun fenomeno di interferenza al contrario è stato osservato nel caso dell'elettrobisturi.

Bibliografia

1) Guide non vincolanti di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici. Consultabili all'indirizzo: http://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_documentazione.php?lg=IT
2) EN45502-1:2015. Implants for surgery – Active implantable medical devices – Part 1: General requirements for safety, marking and for information to be provided by the manufacturer
3) EN50527-1:2010. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices. Part 1: General.
4) EN50527-2-1:2016. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices Part 2-1: Specific assessment for workers with cardiac pacemakers.
5) Mattei E, Calcagnini G, Censi F, et al. Portatori di dispositivi medici impiantabili attivi: verso la definizione di una procedura generale per la valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici in ambiente di lavoro. Atti del VII Convegno Nazionale Agenti Fisici, Stresa, 5-7 giugno 2019.

Corrispondenza: *Rosaria Falsaperla, INAIL, Dipartimento Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, Via Fontana Candida 1, 00078 Monte Porzio Catone (Rome), Italy, Tel. +39 0694181246, E-mail: r.falsaperla@inail.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 285-292
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Fabriziomaria Gobba

Metodi e strumenti sanitari per l'idoneità lavorativa dei soggetti particolarmente sensibili a CEM

Cattedra di Medicina del Lavoro - Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze - Università di Modena e Reggio Emilia

RIASSUNTO. Vengono presentate e discusse le conoscenze attuali sulle condizioni che possono comportare una particolare sensibilità ai CEM, e sui meccanismi. Sulla base delle conoscenze presentate, vengono poi discusse le misure che, in ambito di Sorveglianza sanitaria ai sensi della normativa attuale (D.Lgs 81/2008 e s.m.i.), possono essere adottate nei confronti dei lavoratori nei quali sono state identificate tali condizioni.

Parole chiave: esposizione occupazionale a EMF, effetti diretti e indiretti, lavoratori portatori di dispositivi medici elettronici e impianti metallici, pacemakers, prevenzione.

ABSTRACT. Health Surveillance of EMF-exposed workers at particular risk. Present knowledge on the conditions possibly inducing a particular sensitivity to EMFs, and the relevant mechanisms involved, are presented and discussed. On the basis of the knowledge presented, the criteria that should be applied for the health surveillance of the workers in whom these conditions have been identified, are discussed.

Key words: *Occupational EMF exposure, direct and indirect health effects, workers with Medical Electronic Devices and Metallic Implants, pacemakers - implantable cardioverters, pregnancy, other direct effects, prevention.*

Introduzione

Le misure previste dalla normativa attuale (D.Lgs 81/2008 e s.m.i.) (1) per i lavoratori con esposizione occupazionale ai campi elettromagnetici (CEM) previste) sono espressamente mirate alla *"…protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti biofisici diretti e agli effetti indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici."* (art. 206). Questi rischi sono poi meglio definiti nell'art. 207, come vedremo più avanti. Non viene invece presa in considerazione *"…la protezione da eventuali effetti a lungo termine…"* ed i Valori Limite di Esposizione (VLE) previsti *"…riguardano soltanto le relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti a breve termine ed esposizione ai campi elettromagnetici."* (1).

Il Decreto, analogamente alla Direttiva Comunitaria 2013/35/UE sulla prevenzione dei rischi da campi elettromagnetici (2) da cui deriva, riconosce però la esistenza di specifiche condizioni che possono comportare una maggiore suscettibilità al rischio da CEM: all'art. 209, infatti, esplicitamente prevede la necessità di prestare *"…particolare attenzione…"* a *"…tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio…"*. Anzi, riporta anche una lista (non esaustiva) di tali lavoratori: *"…con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in stato di gravidanza."* È però da ammettere che le conoscenze sulle condizioni che comportano una "particolare sensibilità" ai CEM, sui meccanismi e sulle specifiche condizioni di esposizione (tipo di onde, frequenze, intensità, durata ecc.) che generano un rischio per questi lavoratori sono ancora scarsamente sistematizzate e, certo, non esaustive. Va comunque considerato che, per definizione, in presenza di queste condizioni il rispetto dei Valori Limite di Esposizione definiti dal D.lgs. 81/08 e s.m.i potrebbe non essere adeguatamente protettivo per la salute e la sicurezza dei lavoratori (3,4).

Questo comporta una serie di problematiche al Medico del lavoro incaricato della Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a CEM, che finora non sembrano essere state sufficientemente chiarite.

I principali problemi di interesse in questo ambito ci sembra che possano essere riassunti nei seguenti:

– quali sono le condizioni che possono comportare una particolare sensibilità ai CEM e quali sono i meccanismi?
– sulla base di queste conoscenze, in ambito di Sorveglianza Sanitaria (SS) quali misure possono essere adottate nei confronti dei lavoratori nei quali sono state identificate tali condizioni?

Nella parte seguente cercheremo di fornire delle risposte a tali domande.

Quali condizioni possono comportare una particolare sensibilità ai CEM

Gli effetti di detrimento per la salute accertati dei CEM, per i quali esistono dei meccanismi patogenetici noti possono essere distinti in **indiretti** e **diretti**.

Per gli **effetti indiretti** di interesse specifico per questa relazione i meccanismi in gioco sono essenzialmente la interferenza, ad esempio con dispositivi medici impiantati o portati sul corpo, l'effetto meccanico e le correnti di contatto.

Per quanto riguarda invece gli **effetti diretti**, quelli delle basse frequenze sono principalmente riconducibili a correnti indotte, che possono indurre una stimolazione di strutture nervose (in particolare di quelle a funzione neurosensoriale) e muscolari, mentre quelli delle frequenze elevate sono invece riferibili ad una deposizione di energia, con conseguente rialzo della temperatura di organi e tessuti (3,4).

È da ritenere che le condizioni di particolare sensibilità al rischio da CEM siano da ricercarsi tra quelle che, attraverso un'interferenza sui meccanismi di interazione descritti, possono indurre una maggiore suscettibilità agli effetti. La normativa, pur fornendo delle indicazioni (*"…con particolare riferimento a…"*) non fornisce una lista esaustiva di tutte le condizioni che possono indurre una particolare sensibilità al rischio da CEM, (in modo opportuno, peraltro, dato che questo è un compito che spetta alla ricerca scientifica).

A questo proposito, però, un utile riferimento può essere trovato nella *"Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici"* (5), nella quale viene riportata la lista dei lavoratori da considerarsi particolarmente a rischio che viene presentata nella Tabella I.

In generale, la maggiore sensibilità di tali lavoratori comporta la possibile comparsa di vari effetti che, come anticipato, possono essere classificati in **indiretti** e **diretti**.

Effetti indiretti

Nell'art. 209 del D.Lgs 81/2008 vengono indicate alcune categorie di lavoratori da considerarsi particolarmente sensibili agli effetti dei CEM; si tratta dei *"…portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo…"*. Come si vede, in tutti i casi si tratta di **effetti indiretti,** indotti principalmente da meccanismi di interferenza, ma anche altri, quali l'induzione di correnti e l'effetto meccanico, possono avere un ruolo.

Tra i **dispositivi medici impiantati attivi** (spesso indicati con l'acronimo "**DMIA**") quelli attualmente più diffusi sono probabilmente i pacemaker, i defibrillatori (ICD) e gli impianti cocleari, ma ne esistono numerosi altri, quali gli impianti al tronco encefalico, gli apparecchi acustici endoauricolari, i neurostimolatori, le pompe per l'infusione di insulina ed altri farmaci, i codificatori della retina ed altri ancora (3,4). Non disponiamo di dati precisi sul numero di lavoratori con DMIA nei vari comparti lavorativi, ma è da ritenere che sia significativo ed in progressiva ulteriore espansione nel tempo in ragione sia dell'aumento delle indicazioni cliniche e della tipologia di dispositivi disponibili, che dell'aumento di età della popolazione lavorativa.

I possibili effetti che i CEM possono indurre sui dispositivi medici cardiaci, o su loro parti, sono essenzialmente da ricondursi o ad un meccanismo di tipo meccanico, che può comportare dislocazioni, per i campi statici, oppure alla induzione di correnti, che può condurre a inibizione della stimolazione o variazioni di soglia o del settaggio del dispositivo, con conseguente errato sensing da disturbo nei circuiti elettronici e/o della capacità di rilevamento del ritmo, o anche ad un aumento della temperatura che potrebbe causare danni locali ai tessuti o all'apparec-

Tabella I. ***Lavoratori particolarmente a rischio ai sensi della direttiva relativa ai campi elettromagnetici***
Da: Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici. Vol I. novembre 2014 (5)

Lavoratori particolarmente a rischio	Esempi
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD)	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo	Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi
Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo	Pompe esterne per infusione di ormoni
Lavoratrici in gravidanza	

NB: Per valutare se i lavoratori sono particolarmente a rischio, i datori di lavoro dovranno prendere in considerazione la frequenza, il livello e la durata dell'esposizione.

chio. È da osservare che interferenze modeste e/o di breve durata possono anche essere clinicamente del tutto silenti e passare quindi inosservate, ma episodi più rilevanti e/o prolungati possono indurre stimolazioni inappropriate o un mancato funzionamento, fino ad un completo desettaggio dei dispositivi, con necessità di riprogrammazione (4). In generale, specie considerando l'elevata diffusione, le segnalazioni di malfunzionamento di DMIA cardiaci occorse in lavoratori sono piuttosto rare, e nella maggioranza degli ambienti di lavoro la probabilità di fenomeni di interferenza significativa è considerata bassa (6), ma è anche ipotizzabile una sottostima legata alla possibilità che non tutti gli episodi non vengano segnalati. In generale gli studi pubblicati indicano una potenziale maggiore suscettibilità dei pacemaker unipolari (6-9).

Per quanto riguarda gli altri DMIA gli effetti, che sono essenzialmente correlabili agli stessi meccanismi, variano in funzione del tipo specifico di dispositivo (3,4). Le segnalazioni sono molto meno frequenti, verosimilmente anche in funzione della minore diffusione.

I DMIA immessi sul mercato dal 1995 devono rispondere ai requisiti previsti dalla direttiva 90/385/CEE, e quelli immessi a partire dal 2007, alla 2007/47/CE che prevede che tali dispositivi siano progettati e fabbricati in modo da eliminare, o comunque ridurre al minimo, i rischi da esposizioni a CEM ragionevolmente prevedibili nell'ambiente "normale", ovvero quelli indotti dalle più comuni sorgenti ambientali. Recentemente è stato emanato anche il Regolamento UE 2017/745 sui dispositivi medici, che si applicherà a partire dal 26 maggio 2020 e che abroga le precedenti disposizioni comunitarie (10). Al Capo II (Requisiti relativi alla progettazione e alla fabbricazione), tra i requisiti essenziali, figurano la eliminazione o la riduzione per quanto possibile dei *"rischi ragionevolmente prevedibili connessi a influenze esterne o a condizioni ambientali, quali campi magnetici, effetti elettrici ed elettromagnetici esterni, scariche elettrostatiche, radiazioni collegate a procedure diagnostiche o terapeutiche, pressione, umidità, temperatura, variazioni di pressione e di accelerazione o interferenze del segnale radio"*. Tuttavia, tali norme non prevedono una valutazione dell'immunità anche ai segnali generati da sorgenti specifiche che possono essere presenti negli ambienti di lavoro: in questi casi possono quindi essere necessarie ulteriori valutazioni, che possono essere condotte secondo la metodologia generale per la valutazione del rischio di soggetti portatori di DMIA definita nella norma EN 50527-1 (11). Tale norma parte dall'assunto di un corretto funzionamento dei dispositivi medici (che sano stati impiantati e programmati conformemente alle buone pratiche mediche) per livelli di esposizione che non eccedono quelli stabiliti per la popolazione generale dalla Raccomandazione 1999/519/CE (12). Su questa base fornisce una lista di apparecchiature/condizioni di esposizione per le quali (purché vengano tenute in considerazione le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note") non è da attendersi un superamento dei livelli di riferimento per la popolazione generale (4), e che possono pertanto essere in generale considerati usualmente compatibili anche per i portatori di DMIA. Per i campi magnetici statici (o quasi statici, fino a qualche Hz) viene consigliato di non superare il livello di 1 mT se non per esposizioni di breve durata, anche se il D.lgs. 81/08 stabilisce un VA di 0,5 mT al fine di prevenire interferenze con i dispositivi impiantabili attivi (4). Nelle valutazioni è da considerare che, per garantire l'immunità dei dispositivi, il valore da considerare, e confrontare con i valori di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE, è su base istantanea, ovvero senza alcuna ponderazione temporale.

Se tutte le sorgenti presenti rientrano tra quelle indicate nella tabella riportata nella norma EN 50527-2-1 (4,10), il processo di valutazione del rischio può essere considerato concluso, e non sono necessarie ulteriori misure. La presenza di sorgenti diverse presuppone invece valutazioni più approfondite, da effettuarsi secondo le indicazioni riportate nell'Allegato A della stessa norma (10) anche avvalendosi della collaborazione del Medico competente. In pratica si tratta di richieste di informazioni alla struttura sanitaria presso la quale è stato impiantato il dispositivo e/o al produttore del dispositivo stesso. Devono essere acquisite le necessarie informazioni relative alle caratteristiche del dispositivo, i livelli di immunità, i possibili malfunzionamenti prevedibili, le eventuali misure preventive che possono essere messe in atto, ecc. (10).

In modo molto schematico gli approcci prevedibili i sono sostanzialmente due:

– *Approccio non clinico*, basato sul confronto tra i livelli di esposizione lavorativa ed i livelli di immunità e le caratteristiche ed i livelli di immunità del dispositivo, desumibili dalle informazioni raccolte
– *Approccio clinico*, basato su un vero e proprio test di monitoraggio "in vivo" del funzionamento del DMIA in condizioni di esposizione reali (o, eventualmente, simulate in laboratorio), da attuarsi sotto osservazione clinica diretta e prevedendo tutte le necessarie misure precauzionali del caso).

Una valutazione approfondita anche in caso di situazioni che usualmente sarebbero considerati compatibili in quanto incluse nel citato All. A è da prevedersi in presenza di eventuali condizioni particolari (quali una differente configurazione del DMIA necessaria per esigenze specifiche del paziente, ecc.).

Va rilevato che nei lavoratori portatori di DMIA la valutazione dell'idoneità lavorativa dovrebbe tener conto anche delle caratteristiche del fenomeno di interferenza che può essere indotto, e della sua rilevanza clinica. Ad esempio, in aree con esposizione possibilmente superiore ai livelli di immunità del dispositivo è importante stabilire se la interferenza può essere indotta da esposizioni istantanee o richieda una maggior durata, e se gli effetti che possono essere indotti sono clinicamente significativi: se l'effetto dell'interferenza non è clinicamente accettabile il lavoratore con DMIA non deve entrare nelle aree interessate, ma se gli effetti possono essere considerati clinicamente accettabili per brevi periodi ma non per periodi più lunghi, il lavoratore con DMIA può essere considerato idoneo a transitare nell'area, ma non sostarvi o lavorarvi; un esempio frequentemente citato a questo proposito è l'esposizione transitoria di un portatore di pacemaker attraverso un sistema antitaccheggio (12,13). Il concetto viene

meglio esplicitato nella norma EN 50527-1, secondo la quale l'esposizione transitoria è definita un'esposizione ai campi elettromagnetici che può essere causata da un campo elettromagnetico temporaneo o dal movimento della persona esposta all'interno o attraverso un campo elettromagnetico e che:

- non è continuativa e prevede un termine o una riduzione dei campi a livelli ininfluenti;
- non danneggia il dispositivo impiantato;
- porta esclusivamente a una risposta accettabile del DMIA sulla base di una raccomandazione del medico responsabile (per esempio mediante linee guida generiche o avvisi specifici) o dell'annotazione nella documentazione di accompagnamento del dispositivo impiantato (13,14).

Il processo di valutazione del rischio, comunque venga effettuato, dovrà in ogni caso concludersi con l'individuazione delle aree ad accesso libero (continuativo o transitorio) e delle eventuali aree ad accesso interdetto per i lavoratori particolarmente sensibili, integrato, ove possibile con un piano di adeguamento della postazione/attività (3,4).

Anche nella "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici" (5) sono riportate delle indicazioni relative alle modalità di valutazione del rischio, che sono sostanzialmente analoghe a quelle appena descritte.

Delle indicazioni relative alle modalità di valutazione del rischio, peraltro ben confrontabili con quelle appena descritte sono riportate nella "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici" (5).

I **dispositivi medici indossati** possono essere **attivi o passivi**. Anche i lavoratori portatori di tali dispositivi medici portati sul corpo rientrano tra i soggetti particolarmente sensibili all'esposizione a CEM.

Per quanto riguarda gli **attivi**, essendo dotati di componenti elettroniche che possono subire effetti analoghi a quelli descritti in particolare per quanto riguarda i fenomeni di interferenza, rientrano nel campo di applicazione della direttiva sui dispositivi medici (93/42/CEE, emendata con la Direttiva 2007/47/CEE, che sarà superata nel 2020 dal nuovo Regolamento 2017/745) (10), ed i requisiti previsti sono sostanzialmente uguali a quelli riportati per i DMIA, a cui si rimanda. Analogamente ai DMIA, per quanto riguarda l'immunità alle interferenze elettromagnetiche i fabbricanti garantiscono la conformità dei prodotti ai requisiti della direttiva sui dispositivi medici attraverso l'applicazione della norma armonizzata EN60601-2-1 (benché anche norme particolari possano contenere prescrizioni in materia) (11).

È da ricordare che dal gennaio 2019 i dispositivi medici devono rispondere ai requisiti previsti dalla nuova edizione (edizione 4) della EN60601-1-2 del 2015 che, tra l'altro, prevede test aggiuntivi per garantire l'immunità a sistemi di comunicazione a radiofrequenza di uso comune quali i sistemi GSM, UMTS, LTE, Bluetooth e reti Wi-Fi ad una distanza di 30 cm (o minore, se esplicitamente previste e considerate dal produttore).

L'altro gruppo di dispositivi da affrontare è quello dei **dispositivi medici impiantati passivi** ovvero quelli che non hanno una sorgente autonoma di energia e componenti elettriche e/o elettroniche, ed hanno funzioni essenzialmente meccaniche. Esempi di questi dispositivi sono le protesi articolari, endoauricolari passive, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi, otturazioni dentali ed altri; vengono inclusi in questo gruppo anche eventuali corpi estranei inclusi nei tessuti corporei a seguito di infortuni, introduzione accidentale, quali schegge o frammenti metallici inclusi (es. piercing etc.).

È essenzialmentela componente metallica che può condizionare la eventuale comparsa di effetti indiretti (3-5, 12). Se questi impianti o inclusi contengono materiali ferromagnetici, infatti, possono subire torsioni e/o dislocazioni in presenza di campo magnetico statico con conseguenti lesioni dei tessuti circostanti. La soglia di induzione, nell'ordine di pochi mT, ha portato al riconoscimento di un valore d'azione pari a 3 mT nel D.Lgs.81/08, a condizione che l'oggetto ferromagnetico si trovi nel campo periferico di sorgenti identificate ad alta intensità, ossia generanti un valore di induzione magnetica > 100 mT. Questo valore può essere considerato indicativamente valido anche per prevenire l'azione di tipo meccanico esercitata dal campo magnetico statico su impianti ferromagnetici non attivi o su inclusi ferromagnetici. Si evidenzia che tale livello è però inferiore al valore stabilito dalla Raccomandazione 1999/519/CE per la popolazione generale. Per quanto riguarda i campi variabili nel tempo, un fattore rilevante è la frequenza, anche perché la penetrazione nel corpo diminuisce all'aumentare della frequenza. Gli effetti più rilevanti consistono nella induzione di correnti nel caso di campi in bassa frequenza o a frequenze intermedie (la conduttività dei metalli è infatti generalmente molto maggiore di quella dei tessuti biologici), o un riscaldamento per i campi a radiofrequenza, con possibilità di lesioni dei tessuti circostanti (3,4,13). Sebbene ci siano pochi dati su cui basare una valutazione dei rischi cui sono esposti i lavoratori con impianti passivi indossati, la conformità alla Raccomandazione 1999/519/CE dovrebbe fornire un'adeguata protezione. Anche in quest casi, può essere valutata la esposizione a campi più intensi, purché venga preliminarmente effettuata una specifica valutazione sulla base delle caratteristiche dell'impianto o incluso: dimensione, forma, composizione e collocazione all'interno del corpo del soggetto (3,4).

L'ultima categoria di dispositiviv espressamente citata nel testo del Decreto è infine costituita dai "dispositivi medici portati sul corpo", che possono essere anche in questo caso attivi o passivi, e per i quali valgono considerazioni sostanzialmente analoghe a quelle già espresse per i dispositivi impiantati.

Gravidanza

Anche *"…lo stato di gravidanza…"* rientra tra le condizioni esplicitamente citate dalla normativa che conferiscono aumentata suscettibilità al rischio da esposizione a CEM (1,3-5). Infatti, sebbene i dati di studi scientifici

sugli effetti dell'esposizione a CEM in corso di gravidanza siano piuttosto carenti (15-21), sia la donna in gravidanza che il prodotto del concepimento sono ritenuti potenzialmente particolarmente vulnerabili nei confronti degli effetti di numerosi fattori di rischio di natura fisica, chimica e biologica. In termini normativi, il principale testo di riferimento è il D.lgs. 26.03.2001 n. 151 e s.m.i. "Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'art. 15 della legge 8 marzo 2000", che prevede un divieto di adibizione ad alcune lavorazioni ed esposizioni, mentre per alcuni fattori di rischio, comprese le radiazioni non ionizzanti, è prevista una valutazione particolarmente approfondita che tenga conto dello stato di maggior sensibilità della gestante (allegato C del D.lgs. 151/01). In modo coerente anche il D.lgs. 81/08, all'art.183, riconosce la donna in gravidanza tra i lavoratori da considerare particolarmente sensibili al rischio da esposizione professionale a campi elettromagnetici. Su queste basi il rispetto dei VLE previsti dal D.lgs. 81/08 può non essere sufficiente protettivo, e per la tutela particolare della donna in gravidanza sarebbe opportuno fare riferimento a limiti più bassi, quali quelli per la popolazione fissati dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE o, in alternativa, ai valori limite ICNIRP (15-18), che rappresentano il riferimento scientifico più aggiornato.

A questo proposito si osserva che, più in generale, i limiti di esposizione ai CEM previsti nella normativa, e gli stessi limiti proposti dall'ICNIRP, prevedono una differenziazione tra le esposizioni occupazionali e quelle per la popolazione generale. Questa differenziazione, peraltro comune agli altri fattori di rischio, si basa tra l'altro (anche se non solo) sull'esistenza, nella popolazione generale, di individui maggiormente suscettibili, per i quali la prevenzione dei possibili effetti avversi per la salute o altri effetti (es. di tipo sensoriale nel caso dei CEM), presuppone livelli di esposizione particolarmente bassi (ad es. effetti sul feto nel caso delle donne in gravidanza, ma anche altri). Su queste basi, la donna in gravidanza esposta per motivi professionali può a buon diritto rientrare tra i soggetti particolarmente sensibili ai rischi da esposizione ai CEM sia per le particolari condizioni fisiologiche che per la presenza del feto/embrione (3,4).

Effetti diretti

Passando invece alle condizioni di maggior sensibilità agli effetti diretti, come anticipato, in base alle conoscenze sui meccanismi d'azione possiamo attenderci che siano essenzialmente riconducibili a situazioni in grado di ridurre la soglia di stimolazione di strutture nervose e della funzione neurosensoriale nel caso di esposizioni a basse frequenze, o ridurre la soglia di tolleranza al riscaldamento di organi e tessuti per le frequenze elevate, anche se va osservato che, almeno per l'effetto termico, un rispetto rigoroso del valori limite dovrebbe essere sufficiente per prevenire l'effetto stesso (19-21).

In una discussione su queste condizioni, e sulle loro soglie, è necessario riconoscere che i dati della ricerca scientifica su cui basare una valutazione del rischio sono certamente carenti. In modo non casuale, ad esempio nella "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici" (5) gli effetti diretti non vengono presi in considerazione.

La discussione che segue si basa essenzialmente su considerazioni che derivano da studi di letteratura piuttosto datati e con vari limiti metodologici, e dall'esperienza pratica, piuttosto che da valutazioni "evidence-based".

Per quanto riguarda le basse frequenze, tra le condizioni che potrebbero potenzialmente comportare una maggiore suscettibilità alla stimolazione di strutture nervose e della funzione sensoriale da parte dei CEM, in questa sede abbiamo ritenuto di maggiore interesse considerare alcun possibili effetti a carico del sistema nervoso, tra i quali in particolare la vertigine (e, più in generale, la sensazione di instabilità), i fosfeni e l'epilessia, e a carico del sistema cardiovascolare.

La vertigine e l'instabilità possono essere indotte da esposizioni ai CEM generati quali dalle apparecchiature per la risonanza magnetica, anche se non solo (22,23). La variabilità individuale per quanto riguarda la probabilità di insorgenza e l'intensità della sintomatologia rendono complessa una prevenzione efficace, specie considerando l'esistenza di alcune specifiche condizioni individuali che, potenzialmente, potrebbero rendere il lavoratore più suscettibile alla comparsa, con possibili problemi in termini anche di sicurezza. Sono infatti note una serie di patologie dell'orecchio o di natura sistemica che possono indurre, tra l'altro, una sintomatologia vertiginosa e/o comportare instabilità; gli stessi sintomi possono peraltro anche essere dovuti a trattamenti farmacologici o a alcune sostanze tossiche. Per quanto riguarda i fosfeni, possono originare da patologie oculari o, più in generale, del sistema nervoso centrale, oppure essere correlati all'assunzione di alcuni farmaci, suggerendo la necessità di una maggiore attenzione per lavoratori con tali patologie o sotto trattamento farmacologico in caso di esposizione a CEM, in particolare per i campi statici indotti dalla RM, o comunque da quelli a bassa frequenza (22,23).

Ancora per quanto riguarda il sistema nervoso, per esposizione a campi statici a bassa e alta frequenza, sono stati osservati effetti quali alterazioni EEG minori sia durante il sonno che la veglia (19-21). Infine, effetti sul sistema cardiovascolare sono possibili per elevate esposizione a campi magnetici a varie frequenze, ad es. aumenti (pur entro limiti fisiologici) della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca (15-21).

Su queste basi, in via del tutto precauzionale, è da ritenersi che soggetti affetti da patologie dell'orecchio o di natura sistemica, o che assumano trattamenti farmacologici o siano esposti a sostanze tossiche che possono indurre una sintomatologia vertiginosa e/o comportare instabilità, con un'anamnesi positiva per epilessia con crisi di piccolo o grande male nell'ultimo anno con un incompleto controllo farmacologico, ma anche soggetti con patologia cardiaca aritmica e/o su base ischemica, anche in questo caso non adeguatamente compensate e controllate a livello terapeutico, siano annoverabili nelle categorie di lavoratori con particolare sensibilità al rischio da esposizione a CEM (3).

In ambito di Sorveglianza sanitaria quali misure debbono essere adottate nei confronti dei lavoratori nei quali sono state identificate tali condizioni?

In premessa è necessario ribadire che, come anticipato nella Introduzione, le attività di sorveglianza sanitaria (SS) affidate al Medico Competente (MC) dal Datore di Lavoro (DL) per la protezione dei lavoratori dai rischi da CEM sono mirate agli effetti noti, che vengono anche definiti nell'art. 207 del D.Lgs. 81/2008 (1).

L'art. 211, al comma 1, specifica che, nei lavoratori esposti a CEM *"La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal medico competente con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio di cui all'articolo 183, tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi trasmessi dal datore di lavoro"*.

In ambito di organizzazione della SS, la presenza di lavoratori con condizioni particolare sensibilità al rischio costituisce ovviamente un aspetto di grande importanza, specialmente perché, come esposto nei paragrafi precedenti, esiste un rischio di comparsa di effetti anche per esposizioni a livelli di CEM contenuti entro i valori limite introdotti dal Decreto 81/2008.

Inoltre, il comma 2 dell'art. 211 prevede l'obbligo di sottoporre i lavoratori esposti a CEM ad un *"controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati"*, in due eventualità specifiche:

- nel caso in cui un lavoratore *"segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali"*;
- nel caso in cui sia stata rilevata *"un'esposizione superiore ai VLE per gli effetti sensoriali o per gli effetti sanitari"*.

Ovviamente, la presenza di lavoratori con condizioni di particolare sensibilità è di rilievo nelle valutazioni conseguenti a queste evenienze, come vedremo più avanti. Va anche detto che tale *"controllo medico"* è da considerarsi parte integrante della SS, e può essere omologato a una delle tipologie di visite previste all'art. 41, su richiesta del lavoratore nel caso di effetti indesiderati, o periodica con periodicità modificata dal Medico competente sulla base della valutazione del rischio in caso di superamenti dei VLE; ed infatti all'art. 211 comma 2 si afferma che tale controllo è *"…in conformità all'art. 41…"*, e conseguentemente si dovrebbe concludere con un giudizio di idoneità alla mansione specifica.

Come per tutti gli altri rischi, la SS per il rischio da CEM va definita sulla base della Valutazione del Rischio e, similarmente ad altri rischi (es. da Radiazioni Ottiche), l'esito della valutazione, e quindi l'organizzazione della SS, dipende anche dalla presenza, nell'ambiente di lavoro, di soggetti con particolare sensibilità al rischio.

In sostanza, potrebbero verificarsi tre condizioni:

1) Ambienti di lavoro in cui vi è un'assenza di rischio da CEM, e, conseguentemente, non sono necessarie ulteriori misure specifiche
2) Ambienti di lavoro dove, per modalità operative e livelli di esposizione, non sono attesi in generale rischi per la salute dei lavoratori che non presentino condizioni di particolare sensibilità ma nei quali, in caso di presenza di lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili o indossabili (DMI) attivi, siano necessarie misure di prevenzione (quali una formazione e informazioni specifiche e, eventualmente, una SS per il rischio da CEM almeno in fase preventiva)
3) Ambienti di lavoro in cui vi sia un rischio "non trascurabile" da esposizione a CEM, e nei quali si renda pertanto necessaria l'attivazione della SS per i lavoratori esposti; in questi casi le modalità debbono essere definite tenendo in considerazione anche la presenza di eventuali soggetti con particolare sensibilità.

Le condizioni che possono comportare una particolare sensibilità al rischio in relazione agli effetti dei CEM sono sostanzialmente quelle discusse nella parte precedente e, per riassumere, sono essenzialmente rappresentate dalla presenza di lavoratori/lavoratrici con dispositivi medici impiantabili o indossabili (DMI), di lavoratrici in gravidanza, e/o di lavoratrici/lavoratori con patologie non adeguatamente controllate dal punto di vista clinico-terapeutico, di organi e tessuti elettricamente stimolabili.

Per le ragioni presentate e discusse in precedenza, in base alle conoscenze attuali per esposizioni occupazionali a livelli di CEM inferiori ai limiti raccomandati per la popolazione generale (Raccomandazione 1999/159/CE) [12] non sono generalmente attesi effetti per i lavoratori con patologie di organi e tessuti elettricamente stimolabili e per le donne in stato di gravidanza, anche se non possono essere totalmente esclusi **effetti indiretti** da interferenza in soggetti portatori di DMI specie per quelli di tipo attivo, specie i pacemaker unipolari (6-9).

Va osservato che, data la diffusione dei CEM negli ambienti di vita che di lavoro e la relativa frequenza di lavoratori con condizioni di particolare sensibilità, possono essere non rare le situazioni lavorative in cui il medico competente, nell'ambito della collaborazione alla valutazione del rischio e nel rispetto della privacy dei lavoratori, si può trovare a dover segnalare l'esistenza di condizioni di particolare sensibilità, e richiedere quindi al Datore di Lavoro una valutazione del rischio che possa garantire un'adeguata protezione anche di questi lavoratori, anzi, sarebbe forse opportuno che, almeno preliminarmente, la valutazione tenga sempre conto di questa possibilità.

A questo proposito, utili indicazioni sono rintracciabili nella Guida Non Vincolante della Commissione Europea per l'applicazione della Direttiva 2013/35/EU [5], ed in particolare nella Tabella 3.2 sulle *"Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni di esposizione"*, alla quale si rimanda, esulando dagli scopi di questo testo.

Un altro aspetto da considerare è che il D.Lgs. 81/2008, all'articolo 212 espressamente prevede la possibilità di deroghe del rispetto dei VLE, seppure solo in presenza di circostanze specifiche che devono essere autorizzate: per i lavoratori che dovessero essere coinvolti, un'accurata verifica dell'assenza di condizioni che comportino una maggiore suscettibilità è, ovviamente, un presupposto preliminare imprescindibile.

Importante è poi uno scrupoloso rispetto dell'art. 210-bis del D.Lgs. 81/2008, che prevede che *"Il datore di lavoro garantisce, inoltre, che i lavoratori che potrebbero essere esposti ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti ricevano le informazioni e la formazione necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi con particolare riguardo:*

a) agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione;
b) alla possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico;
c) alla possibilità di rischi specifici nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti portatori di dispositivi medici o di protesi metalliche e le lavoratrici in stato di gravidanza".

Una corretta e completa informazione e formazione sul rischio e sui possibili sintomi è fondamentale per tutti, ma lo diventa ancora di più nel caso di lavoratori con condizioni di particolare sensibilità al rischio e, tra questi, specialmente le persone con DMI attivi per la possibilità di soglie inferiori e di effetti potenzialmente anche gravi, e quindi la necessità di attenersi rigorosamente alle limitazioni/prescrizioni previste, incluse anche alle eventuali raccomandazioni fornite dal fabbricante del dispositivo impiantato. In questo ambito va citato il caso di sorgenti lavorative nei cui manuali il produttore abbia previsto delle specifiche indicazioni per i portatori di DMI attivi, come ad esempio la raccomandazione di mantenere adeguate distanze di sicurezza come ad es. 15 cm, nel caso di telefoni senza fili e cellulari. La formazione e informazione sono importanti per diffondere la conoscenza di quali siano le condizioni che possono comportare una condizione di particolare sensibilità ai CEM, non solo per quanto riguarda i DMI interessati da possibili rischi da interferenza, ma per tutte, affinché in caso di presenza di tali condizioni la lavoratrice/il lavoratore possano tempestivamente comunicare la propria condizione al medico competente e, nel caso, essere sottoposto a Sorveglianza Sanitaria, o anche per richiedere un controllo medico nel caso di comparsa di sintomi transitori possibilmente legati alla esposizione ai CEM.

Infine, ovunque sia identificabile un rischio non trascurabile da esposizione a CEM conseguente a possibili superamenti dei livelli di esposizione previsti per la popolazione generale, in ambito di sorveglianza sanitaria, sarebbe opportuno che il medico competente valutasse in modo attivo in tutti i lavoratori, non solo in quelli particolarmente sensibili, la eventuale occorrenza di sintomatologie che possono essere riferite all'azione dei campi elettromagnetici, quali ad esempio quelle espressamente citate al comma 8 dell'articolo 210 *("…effetti sensoriali nel funzionamento del sistema nervoso centrale, nella testa, indotti da campi magnetici variabili nel tempo;…" e "…effetti indotti da campi magnetici statici, quali vertigini e nausea…")*. A questo proposito, si segnala che sono in corso di definizione dei questionari basati sui dati della letteratura scientifica che potrebbero essere utilmente applicati.

Va peraltro detto anche che tali sintomatologie sono generalmente aspecifiche, e solo in alcune (verosimilmente rare) situazioni sono riconducibili all'azione dei CEM, potendo essere più frequentemente associate ad altre comuni cause. Tuttavia, in condizioni di un ragionevole sospetto, ad esempio da un miglioramento della sintomatologia in seguito all'interruzione dell'esposizione, potrebbero determinarsi anche in questi casi prescrizioni o limitazioni temporanee all'idoneità lavorativa. Peraltro, la comparsa di tali sintomi può essere considerata un valido motivo di richiesta di *"controllo medico"* da parte dei lavoratori. Gli stessi sintomi vanno inoltre cercati anche in caso di controllo in seguito ad esposizioni eccedenti i valori limite, e possono eventualmente rappresentare un campanello di allarme per la comparsa di condizioni di particolare sensibilità (es. sindromi vertiginose, disordini del sistema nervoso o cardiovascolare).

Le modalità per una verifica nel caso di lavoratori con dispositivi medici sono state discusse nella parte precedente a cui si rimanda, come anche per quanto riguarda le possibili condizioni di maggior sensibilità agli effetti diretti citate in precedenza. In particolare per questi ultimi casi va anche rilevato che non esistono dimostrazioni che esposizioni contenute nei limiti previsti per la popolazione generale possano costituire un rischio significativo, e considerazioni analoghe sono estensibili anche alle lavoratrici in stato di gravidanza.

Bibliografia

1) Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n° 81. Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana 30 aprile 2008 n° 101 - Supplemento Ordinario n° 108.
2) DIRETTIVA 2004/40/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004. Norme minime per la salute e sicurezza in relazione all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16 della Direttiva 391/89/EEC). G.U. U.E. n. L 184 del 24 maggio 2004.
3) Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM) - Società Italiana di Medicina del Lavoro (SIML). Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti. Nuova Editrice Berti, Piacenza, 2012.
4) Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle province Autonome. Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. Indicazioni operative - revisione 01 del 18/03/2019. Disponibile online: https://www.portaleagentifisici.it/filemanager/userfiles/cem/Faq_AFisici_CEM_18_03_2019_rev1_web.pdf.pdf?lg=IT (ultimo accesso 19/7/2019)
5) Commissione europea - Direzione generale per l'Occupazione, gli affari sociali e l'inclusione. Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici. Bruxelles, novembre 2014. ISBN 978-92-79-45961-0. Disponibile online: http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14741&langId=it (ultimo accesso 19/7/2019)
6) Napp A, Stunder D, Maytin M, et al. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? Eur Heart J 2015 Jul 21; 36(28): 1798-804.
7) Tiikkaja M, Alanko T, Lindholm H, et al. Experimental study on malfunction of pacemakers due to exposure to different external magnetic fields. J Interv Card Electrophysiol 2012; 34(1): 19-27.
8) Tiikkaja M, Alanko T, Lindholm H, et al. Interference of low frequency magnetic fields with implantable cardioverter-defibrillators. Scand Cardiovasc J 2012; 46(5): 308-14.

9) Tiikkaja M, Aro AL, Alanko T, et al. Electromagnetic interference with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators from low-frequency electromagnetic fields in vivo. Europace 2013;15(3):388-94.
10) Regolamento UE 2017/745 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2017 relativo ai dispositivi medici, che modifica la direttiva 2001/83/CE, il regolamento (CE) n. 178/2002 e il regolamento (CE) n° 1223/2009 e che abroga le direttive 90/385/CEE e 93/42/CEE del Consiglio. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 5 maggio 2017, n° L 117/1.
11) CEI EN 50527-2-1 2014. Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con DMIA. Parte 2-1: Valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker).
12) Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE). Gazzetta ufficiale delle Comunità europee del 30.7.1999, n° L 199/59.
13) Hocking B, Hansson Mild. Guidance Note: Risk Management of Workers With Medical Electronic Devices and Metallic Implants in Electromagnetic Fields. Int J Occ Saf Ergon 2008; 14(2): 217-22.
14) Napp A, Stunder D, Maytin M, et al. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? Eur Heart J 2015 Jul 21; 36(28): 1798-804.
15) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Phys 1994; 66(1): 100-106.
16) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys 1998; 74(4): 494-522.
17) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). General approach to protection against nonionizing radiation. Health Physics 2002; 82(4): 540-548.
18) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines on limiting exposure to static magnetic fields. Health Phys 2009; 96(4): 504-514.
19) World Health Organization. Environmental Health Criteria 232, Static fields. Geneva: World Health Organization, 2006.
20) World Health Organization. Environmental Health Criteria 238, Extremely low frequency fields. Geneva: World Health Organization, 2007.
21) Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Health Effects of Exposure to EMF. European Commission, 2015.
22) Schaap K, Portengen L, Kromhout H. Exposure to MRI-related magnetic fields and vertigo in MRI workers. Occup Environ Med 2016; 73: 161-166.
23) Zanotti G, Ligabue G, Korpinen L, et al. Subjective symptoms in Magnetic Resonance Imaging operators: prevalence, short-term evolution and possible related factors. Med Lav 2016; 107(4): 263-270.

Corrispondenza: *Fabriziomaria Gobba - Cattedra di Medicina del Lavoro - Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze - Università di Modena e Reggio Emilia, Via Campi 287, 41125 Modena, Italy, Tel. +39 059 2055463, E-mail: fabriziomaria.gobba@unimore.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 293-322
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

SESSIONE PLENARIA
I rischi nel lavoro portuale

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 294-298
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Anna Barbieri, Laura Sabatini[1], Francesca Graziosi, Elena Severi[1], Gianpiero Mancini[2], Francesco Saverio Violante

I rischi per la salute e la sicurezza nel lavoro portuale: aggiornamento della revisione narrativa della letteratura

Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche, Sezione di Medicina del Lavoro, Università di Bologna Policlinico Sant'Orsola-Malpighi, Bologna
[1] Unità Operativa di Medicina del Lavoro, Policlinico Sant'Orsola-Malpighi, Bologna
[2] U.O. Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro, Azienda USL della Romagna, Ravenna

RIASSUNTO. Il complesso ambiente portuale espone i lavoratori ad una vasta gamma di rischi per la salute e la sicurezza. Ciononostante, in letteratura esistono pochi lavori sull'argomento, se si escludono quelli specificamente riguardanti l'industria di costruzione navale.
Obiettivi. **Il presente lavoro si propone di aggiornare la revisione pubblicata in occasione di un precedente progetto riguardante i rischi associati al lavoro nei porti.**
Metodi. **La ricerca sull'argomento è stata condotta consultando i principali database (PubMed, Scholar e CCOHS) fino all'inizio dell'anno 2019.**
Risultati. **Degli 8 articoli inseriti nel nuovo studio, 5 sono incentrati sul problema dell'emissione o formazione di sostanze tossiche volatili in ambienti confinati o dell'inalazione di particelle dovute alla presenza di carichi particolari. I restanti 3 articoli trattano invece nello specifico le patologie muscoloscheletriche connesse alla movimentazione dei carichi, le malattie professionali e gli incidenti.**
Conclusioni. **Dall'analisi della letteratura reperita in aggiornamento alla revisione emerge che l'aspetto più critico e maggiormente indagato rimane il problema delle merci intrinsecamente pericolose, dei composti tossici volatili e delle potenziali emissioni collegate al trasporto e alla movimentazione in porto delle rinfuse. Negli ultimi anni vi è stato però un crescente interesse verso l'aspetto della salute e delle malattie professionali e in particolare verso le patologie muscoloscheletriche. Fondamentali rimangono la prevenzione e la formazione, sia per quanto riguarda gli aspetti della salute che della sicurezza.**

Parole chiave: navi merci, carico/scarico, deplezione di ossigeno, infortuni/incidenti.

ABSTRACT. Occupational safety and health risks in seaport: an update of narrative review. ***Seaports are complex systems in which workers can be exposed to a large variety of safety and health risks. Nevertheless, a little literature is available concerning this topic, if we exclude the specific area of shipbuilding industry.***
Objectives. ***The aim of this paper is to update the review of the scientific literature previously published as result of a project concerning the occupational risks in seaports.***
Methods. ***Literature on this theme, obtained consulting the main databases (PubMed, Scholar and CCOHS) from 2012 and up to April 2019, was reviewed.***
Results. ***5 of 8 articles published after 2012 were related to risk of release or formation of volatile compounds in restricted and poorly ventilated areas or inhalation of particles from specific goods. Three papers specifically debated musculoskeletal disorders related to loading/unloading procedures, occupational diseases and injuries.***

Introduzione

Il complesso ambiente portuale è caratterizzato da una vasta gamma di rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Ad esclusione dei cantieri dell'industria di costruzione navale, le attività identificate a maggior rischio sono riconducibili alle operazioni di carico/scarico delle navi e al trasferimento delle merci in banchina. Per questo motivo nel 2012 fu stipulato un accordo di collaborazione tra Università di Bologna, INAIL e Autorità Portuale di Ravenna avente tra gli obiettivi il censimento delle merci sbarcate, in particolare di quelle potenzialmente in grado di produrre rischi di intossicazione, asfissia e impoverimento di ossigeno, nonché rischi per la sicurezza ("*Studio e implementazione di un modello di valutazione del rischio chimico correlato alle merci movimentate nell'ambito portuale di Ravenna (e relative misure di prevenzione) con particolare riferimento agli ambienti confinati*"). Il progetto ha preso le mosse da una approfondita revisione della letteratura scientifica, che ha permesso di fornire un quadro completo delle evidenze scientifiche riguardanti i rischi associati al lavoro nei porti, ad esclusione dello specifico ambito delle costruzioni navali. Nonostante la molteplicità dei rischi presenti in questo ambito lavorativo e la complessità nel valutarli e gestirli, durante il lavoro di revisione è emersa la relativa esiguità di lavori e pubblicazioni sull'argomento. Scopo del presente lavoro è di aggiornare, utilizzando gli stessi criteri e la stessa metodologia, la revisione narrativa già oggetto di pubblicazione (1).

Metodi

L'aggiornamento della ricerca degli studi riguardanti la salute e sicurezza nel lavoro portuale è stata condotta consultando i database PubMed, Scholar e CCOHS coprendo tutto il periodo dal 2012 fino all'Aprile 2019.

Come nella precedente revisione la ricerca è stata condotta impiegando differenti stringhe di ricerca quali: *maritime port, seaport, harbour, accident, injury, dock, docker, dockworker, stevedores, longshoremen, bulk carrier, bulk cargo, vessel, ship, cargo ship, loading/unloading/discharging, oxygen deficiency, seaport and (industrial*

Conclusions. ***The update of the literature highlighted intrinsically dangerous goods, toxic volatile compounds and emissions as critical aspects of seaport activities related to goods handling.***
Recently, the literature shows a growing interest in occupational health, especially work-related musculoskeletal diseases.
Prevention **measures and implementation of worker's training and information are identified by all authors as the more effective action to increase health and safety.**

Key words: *cargo ship, loading/unloading, oxygen deficiency, injuries/accidents.*

accident or injury), maritime port and (industrial accident or injury).

Da queste ricerche nelle banche dati sono risultati 25 nuovi articoli, i cui titoli sono stati esaminati allo scopo di eliminare gli articoli in duplicato e quelli irrilevanti. Dopo questo primo livello di selezione sono stati letti i riassunti (abstract) dei 19 articoli rimanenti, in maniera indipendente da quattro diversi ricercatori. In questa fase si è valutato quale di questi lavori fosse da promuovere, per attinenza con lo scopo della presente revisione, al livello di analisi successivo più approfondito. Si sono quindi letti i testi completi di 10 articoli, esaminandoli nel dettaglio ed escludendo 2 di questi dalla revisione finale in quanto non perfettamente attinenti al nostro specifico scopo.

Infine, per ciascuno degli 8 articoli selezionati per la presente revisione, si è eseguito un lavoro di rilettura con estrazione e riassunto delle principali informazioni rilevanti per la ricerca in oggetto.

Risultati

I contenuti dei lavori selezionati nel periodo fino al 2012 sono descritti nel dettaglio nella precedente revisione (1). Riassumendo, si erano selezionati 39 articoli, suddivisi in due macroaree: 18 lavori riguardanti argomenti di salute e sicurezza nel lavoro portuale e 21 incentrati su rischi strettamente connessi alle merci movimentate.

I lavori selezionati su salute e sicurezza riguardavano principalmente infortuni (6 articoli), incidenti rilevanti (5 articoli) e metodi di valutazione dei rischi (4 articoli), oltre a due documenti italiani e a uno studio che evidenziava l'aumento dell'incidenza di melanoma negli scaricatori del porto addetti alle operazioni all'aperto.

Riguardo agli infortuni, i 6 autori riportavano quali cause principali le cadute, gli schiacciamenti e gli intrappolamenti sotto oggetti e macchinari. Tra le altre cause venivano anche riportati il sovraccarico biomeccanico, correlato in particolare ad operazioni di movimentazione manuale dei carichi. Le attività alle quali era associato il maggior numero di infortuni erano risultate l'attività di carico e scarico (in banchina e nelle aree di stoccaggio), in particolare in relazione alle operazioni di sollevamento e all'utilizzo dei mezzi di trasporto. Riguardo agli infortuni con esito fatale, tra le prime cause sono state identificate l'annegamento, l'asfissia causata da operazioni effettuate nelle stive o da fumi di incendi e le cadute.

Dagli studi che analizzavano gli incidenti rilevanti correlati al lavoro portuale, era emerso che gli eventi più probabili erano rappresentati da rilasci di sostanze, incendi, esplosioni e formazione di nubi di gas. In particolare, le operazioni di carico/scarico di navi e il trasferimento dei prodotti chimici in banchina e in seguito nei magazzini di stoccaggio erano indicate tra quelle più pericolose dalla maggior parte degli autori che sottolineavano il ruolo determinante della formazione e supervisione dei lavoratori come misura di prevenzione di questi rischi.

I 21 articoli della seconda macroarea trattavano invece di situazioni rischiose derivanti dalla movimentazione di alcune particolari merci intrinsecamente pericolose o che, pur non avendo una tossicità intrinseca, potevano generare, in particolari condizioni, situazioni di pericolo per i lavoratori portuali addetti. Molte di queste pubblicazioni descrivevano incidenti dovuti ad atmosfere modificate (impoverimento di O_2, alti livelli di CO, CO_2 o altri gas tossici) che si possono creare in ambienti chiusi poco areati come stive o containers. Altri rischi evidenziati per i lavoratori portuali risultavano dovuti a prodotti con cui alcune merci vengono trattate (principalmente fumiganti, insetticidi, solventi, eccetera). Infine, alcuni autori avevano descritto casi di contatto e intossicazione del personale portuale con prodotti chimici tossici movimentati nei porti.

Dal precedente lavoro di revisione emergeva che gli eventi più gravi erano avvenuti all'interno di spazi confinati, o in prossimità di essi, per intossicazione da fumiganti, da CO o per asfissia dovuta a carenza di O_2. Nella maggior parte dei casi si identificava tra le cause primarie di incidente la carenza di formazione del personale riguardo ai rischi degli ambienti confinati, l'assenza di segnaletica di sicurezza e l'inadeguatezza riscontrata nella documentazione che accompagnava le merci (1).

Dall'aggiornamento della revisione emerge che il rischio di asfissia o intossicazione in stive o containers continua ad essere l'aspetto principale su cui focalizzare gli studi e gli interventi di prevenzione.

Degli 8 articoli inseriti nel nuovo studio, 5 sono infatti incentrati sul problema dell'emissione o formazione di sostanze tossiche volatili in ambienti confinati o dell'inalazione di particelle dovute alla presenza di carichi particolari. I restanti 3 articoli trattano invece nello specifico le patologie muscoloscheletriche connesse alla movimentazione dei carichi, le malattie professionali e gli incidenti.

In dettaglio, nel 2015 Baur e collaboratori hanno pubblicato una revisione che fornisce una panoramica sull'esposizione a sostanze chimiche volatili del personale marittimo, con particolare riferimento ai lavoratori portuali addetti ai containers e alle merci alla rinfusa (2). Dalla ricerca condotta risulta che più del 10% dei containers che arrivano nei porti è contaminato da sostanze volatili tossiche. In particolare, la fosfina, il bromometano, la formaldeide, l'ossido di etilene, l'1,2-dicloroetano, il diclorometano e la cloropicrina risultano essere le sostanze fumiganti più frequentemente presenti e per ciascuna di esse gli autori descrivono i principali effetti tossici. La revisione evidenzia poi la scarsità di pubblicazioni sulle intossicazioni da fumiganti e sottolinea come, dalla letteratura

disponibile, tra le categorie di lavoratori marittimi a maggior rischio risultino esservi i lavoratori portuali, con gli eventi più gravi (a volte letali) a carico degli addetti a mansioni di scaricamento di merci trasportate alla rinfusa. Si conclude che queste situazioni di rischio in ambito portuale richiedono urgenti misure preventive, in particolare riguardanti l'informazione dei lavoratori sui rischi e l'implementazione della regolamentazione esistente sul trasporto di merci fumigate con regolari controlli da parte delle autorità.

Svedberg e collaboratori hanno condotto uno studio teorico per prevedere i livelli di esposizione a esalazioni gassose pericolose di lavoratori addetti all'apertura e scarico dei containers per il trasporto marittimo (3). Lo studio, avvalendosi di un metodo con gas tracciante, ha permesso di prevedere le concentrazioni di sostanze volatili tossiche (fumiganti e composti organici volatili) nei container all'arrivo e dopo apertura: l*a concentrazione media nella zona di lavoro durante l'apertura dei container è risultata molto inferiore alla concentrazione di arrivo (pari all'1,7%) anche se durante l'apertura sono stati rilevati picchi fino al 70%. Si conclude quindi che le emissioni di composti volatili tossici dai container con merci a rischio possono rappresentare gravi violazioni dei limiti di esposizione professionale e rappresentare un concreto rischio per i lavoratori addetti. I risultati di questo e precedenti studi illustrano la necessità di stabilire delle procedure per la gestione sicura dei container utilizzati nel trasporto marittimo*.

Gli stessi autori 4 anni dopo hanno pubblicato uno studio che analizza il contenuto di fumiganti e altre sostanze tossiche volatili in 492 container in 6 porti svedesi (4). Le analisi delle rinfuse sono state condotte con la spettrometria infrarossa a trasformata di Fourier (FTIS), con un rilevatore a fotoionizzazione (PID) e con alcuni campionamenti con cartucce adsorbenti e successiva analisi in gascromatografia accoppiata a detector di massa (GC-MS). I risultati mostrano che il 12% dei container è contaminato con fumiganti a livelli superiori ai valori limite occupazionali (8h-OEL), circa il 7% supera gli OEL sul breve periodo e che 8 delle sostanze chimiche riscontrate nelle analisi sono classificate cancerogene. Gli autori ribadiscono che, in base all'alta frequenza di arrivo di container contaminati e alla frequente presenza di cancerogeni, il rischio per la salute dei lavoratori richiede la messa in atto di efficaci sistemi di prevenzione e protezione.

Nel 2017 Sundal et al. descrivono in un case report un incidente correlato alla problematica relativa alla carenza di ossigeno e/o alla formazione di gas tossici negli spazi confinati delle navi contenenti materiale organico (5). L'episodio racconta di un controllo di routine effettuato a bordo di una nave da carico approdata in un porto della Norvegia durante il quale un doganiere di 55 anni e di lunga esperienza risultava introvabile. Dopo 30 minuti, fu avvistato, attraverso la botola aperta, riverso e privo di sensi sul fondo della stiva. La stiva era stata riempita di trucioli di legno umidi e in fermentazione che stavano sviluppando vapori con un forte odore di trementina. Un membro dell'equipaggio, indossando la maschera respiratoria scese per riportare il corpo esanime dell'ufficiale sul ponte. Nonostante 40 minuti di rianimazione cardiopolmonare l'uomo non poté essere salvato. Furono condotte le indagini, le analisi ambientali nella stiva, effettuata l'autopsia a due giorni dal decesso ed analizzati sangue, urine e tessuto polmonare del doganiere. Nei fluidi biologici furono ricercati farmaci, alcol, solventi e gas asfissianti, ed effettuato uno screening tossicologico. Dai risultati emerse che il contenuto di ossigeno nell'atmosfera della stiva dopo 6 ore dal decesso era inferiore al 2%, incompatibile con la vita. L'autopsia forense rivelò che le lesioni legate alla caduta furono gravi ma non letali e che la morte fu causata da asfissia acuta. Le analisi tossicologiche furono tutte negative. Gli autori sottolineano come, nonostante la lunga esperienza, l'ufficiale della dogana abbia sottostimato il pericolo aprendo da solo la botola e senza adottare nessuna precauzione. La tendenza a sottostimare la pericolosità di queste situazioni è molto diffusa: più del 60% degli incidenti mortali avvenuti in spazi confinati contenenti biomasse coinvolge persone dell'equipaggio che tentano di soccorrere colleghi privi di sensi. Gli autori concludono che decine di morti occorse negli anni potevano essere evitate seguendo semplici precauzioni.

Sempre legato al problema dell'esposizione alle sostanze trasportate o movimentate, di recente è stato pubblicato da Gasperazzo e colleghi uno studio sull'incidenza di sintomi allergici condotto su 28 lavoratori del Porto di Trieste addetti allo scaricamento e stoccaggio di semi di caffè verde (6). Ai lavoratori portuali sono stati somministrati questionari sui sintomi allergici e sono stati eseguiti esami di funzionalità respiratoria (spirometria e dosaggio dell'ossido nitrico esalato). Si sono inoltre condotte misurazioni ambientali delle polveri che hanno mostrato valori delle frazioni respirabili di poco inferiori ai TLV consigliati da ACGIH per le polveri totali e alte concentrazioni di polveri ultrafini. Da questo studio emerge una bassa incidenza di sintomi allergici (7%) attribuibili alle mansioni di movimentazione dei carichi di caffè, sensibilmente diminuita rispetto ad un analogo studio condotto 20 anni prima. Si conclude quindi che vi siano stati miglioramenti delle condizioni lavorative nel porto in esame (tra cui la parziale automazione introdotta) che hanno portato a una diminuzione dell'esposizione a questi allergeni, anche se resta comunque auspicabile l'inserimento di ulteriori misure (aumento della ventilazione, automatizzazione di tutte le fasi a maggior dispersione, utilizzo di mascherine FFP3) per prevenire l'esposizione di questi lavoratori.

Per quanto riguarda i lavori relativi allo stato di salute e alle patologie lavoro-correlate, 2 lavori trattano nello specifico disturbi muscoloscheletrici. Nel 2016 de Carvalho e colleghi hanno condotto uno studio trasversale su 318 lavoratori portuali occasionali. Sono stati somministrati due questionari precedentemente validati in Brasile, uno per valutare nello specifico i disturbi muscoloscheletrici e uno per indagare quanto questi incidano sulla loro qualità della vita (7). Dall'analisi delle caratteristiche socioeconomiche e demografiche si evidenzia il dato che più del 70% dei lavoratori partecipanti allo studio è in sovrappeso o in condizione di obesità. Per quanto riguarda lo stato di salute, il 72% circa ha avuto almeno una diagnosi medica da quando ha iniziato a lavorare nel porto, in prevalenza frat-

ture a mani e piedi (36%), ipertensione (28%), seguite da tendiniti, ernia del disco e borsiti. La prevalenza dei disturbi muscoloscheletrici è del 37,4%. Per quanto riguarda la valutazione della qualità della vita, i dati analizzati evidenziano una relazione tra disturbi muscoloscheletrici e alcuni parametri quali efficienza lavorativa, aspetti fisici e sociali, dolore e vitalità. Gli autori individuano nell'alto indice di sovrappeso/obesità uno dei principali rischi per la salute, sia per l'alta probabilità di malattie croniche sia perché influenzano direttamente la resistenza muscolare e cardiorespiratoria.

I risultati mostrano, inoltre, un elevato punteggio attribuito alla qualità della vita dai lavoratori portuali occasionali che non riportano disturbi muscoloscheletrici. I dati ottenuti dallo studio hanno evidenziato l'importanza e l'urgenza di piani di azione che riducano i fattori di rischio che coinvolgono la salute dell'apparato muscoloscheletrico, oltre ad un piano di prevenzione e di miglioramento dello stile e delle abitudini di vita in questa categoria di lavoratori.

Un altro gruppo di ricercatori brasiliani, utilizzando la consistente mole di informazioni contenute nelle 953 cartelle cliniche ottenute dalla "*Medical Outpatient Clinic for Dock Work*", hanno pubblicato due lavori riguardanti lo stato di salute dei lavoratori portuali occasionali. Nel 2012 Almeida et al. hanno analizzato i dati contenuti nella documentazione sanitaria raccolta dal 2000 al 2009 (8). Più del 15% delle diagnosi ha identificato nei portuali maschi disturbi muscoloscheletrici, in particolare lombalgie, tendiniti e dolori al collo. Secondo gli autori queste patologie possono essere prevenute o mitigate attraverso una serie di interventi multidisciplinari ed azioni valutative atte a migliorare le condizioni di lavoro e di conseguenza influenzare positivamente la qualità della vita dei lavoratori portuali. Nel secondo studio del 2014, Cezar-Vaz con lo stesso gruppo di lavoro, ha disegnato un profilo di disturbi e infortuni tipico dei lavoratori portuali occasionali (9). È stato inoltre valutato come questi lavoratori percepiscono l'influenza del lavoro sul loro stato di salute. In una prima fase retrospettiva hanno analizzato le 953 cartelle cliniche della sorveglianza sanitaria. Nella seconda fase, di analisi prospettica, hanno arruolato un campione non-randomizzato di 51 lavoratori portuali occasionali, utilizzando per la raccolta dei dati questionari autosomministrati. Le patologie più rilevanti sono risultate essere quelle a carico dell'apparato muscoloscheletrico e del tessuto connettivo. In percentuale minore sono risultate le diagnosi riferite al sistema circolatorio e respiratorio, nonché i disturbi mentali e del comportamento. Dall'analisi dei dati emerge inoltre una associazione significativa tra la variabile "categoria professionale" e le variabili leucemia, diabete, tendinite, lenti a contatto, ipertensione essenziale, lombosciatalgia e aritmia cardiaca. Per quanto riguarda gli incidenti, i più frequenti sono risultati cadute e fratture dipendenti dalla mansione (più elevati nei lavoratori che movimentano merci nelle stive o nei terminal).

Dalla valutazione della percezione è invece emerso che i lavoratori occasionali del porto valutano positivamente l'influenza che il lavoro ha sui sistemi cardiovascolare, gastrico e mentale, sull'attività fisica e sulla salute familiare. Al contrario valutano negativamente l'influenza del lavoro sui sistemi respiratorio, tegumentario, oculare, uditivo e muscoloscheletrico, sul sonno e sulla dieta.

Sulla base delle osservazioni emerse gli autori raccomandano di investire maggiormente nella pianificazione di un futuro programma di sorveglianza sanitaria per il lavoro portuale.

Conclusioni

La letteratura reperita e disponibile fino al 2012 mostra un numero esiguo di articoli che trattano argomenti riguardanti la salute e la sicurezza del lavoro portuale. Di questi, circa la metà tratta di argomenti generici quali incidenti, infortuni e metodi di valutazione dei rischi, mentre l'altra metà tratta di rischi più specifici strettamente connessi alla movimentazione di alcune merci. Un solo lavoro tratta di malattia professionale, in particolare di un significativo aumento dell'incidenza di melanoma cutaneo maligno negli scaricatori del porto addetti alle operazioni all'aperto (10).

Dall'analisi della letteratura reperita in aggiornamento alla revisione (2012 - 2019) emerge invece come negli ultimi anni vi sia stato un crescente interesse verso l'aspetto della salute e delle malattie professionali, in particolare verso le patologie muscoloscheletriche. Infatti, dei pochi articoli reperiti, ben tre trattano questo argomento, sottolineando l'alta incidenza di disturbi muscoloscheletrici che affliggono più di un lavoratore portuale su tre. Tali disturbi, correlati alla movimentazione dei carichi, riguardano in particolare la categoria di portuali addetti al carico e scarico delle merci e influenzano negativamente la loro qualità di vita. I dati ottenuti in questi studi evidenziano un'alta prevalenza di patologie lavoro-correlate da sovraccarico biomeccanico e fanno emergere l'importanza e l'urgenza di sostenere piani d'azione atti a prevenire questi disturbi sul posto di lavoro e a promuovere la salute e uno stile di vita che portino alla riduzione di tali fattori di rischio.

L'aspetto più critico e maggiormente indagato rimane comunque senza dubbio il problema delle merci intrinsecamente pericolose, dei composti tossici volatili e delle potenziali emissioni collegate al trasporto e alla movimentazione in porto delle rinfuse.

Nelle conclusioni gli autori sono unanimi nel considerare fondamentale la prevenzione e la formazione, sia per quanto riguarda gli aspetti della salute che della sicurezza.

Bibliografia

1) Barbieri A, Sabatini L, Graziosi F, et al. Occupational safety and health risks in dock work: a narrative literature review. Med Lav 2014; 105(6): 413-34.
2) Baur X, Budnik LT, Zhao Z, et al. Health risks in international container and bulk cargo transport due to volatile toxic compounds. J Occup Med Toxicol 2015; 20: 10-9.
3) Svedberg U, Johanson G. Work inside ocean freight containers-personal exposure to off-gassing chemicals. Ann Occup Hyg 2013; 57(9): 1128-37.

4) Svedberg U, Johanson G. Occurrence of fumigants and hazardous off-gassing chemicals in shipping containers arriving in Sweden. Ann Work Expo Health 2017; 61(2): 195-206.
5) Sundal MK, Lilleng PK, Barane H, et al. Asphyxiation death caused by oxygen-depleting cargo on a ship. Forensic Sci Int 2017; 279: e7-9.
6) Gasperazzo A, Toffanin P, Larese Filon F. Green coffee been exposure and symptoms in dock workers in Trieste (Italy). Med Lav 2017; 108(5): 349-57.
7) de Carvalho MP, Schmidt LG, Soares MC. Musculoskeletal disorders and their influence on the quality of life of the dockworker: a cross-sectional study. Work 2016; 53(4): 805-12.
8) Almeida MC, Cezar-Vaz MR, Soares JF, et al. The prevalence of musculoskeletal diseases among casual dock workers. Rev Lat Am Enfermagem 2012; 20(2): 243-50.
9) Cezar-Vaz MR, de Almeida MC, Bonow CA, et al. Casual dock work: profile of diseases and injuries and perception of influence on health. Int J Environ Res Public Health 2014; 11(2): 2077-91.
10) Puntoni R, Ceppi M, Casella C, et al. Increased incidence of cutaneous malignant melanoma among longshoremen in Genoa, Italy: the role of sunlight and occupational exposure. Occup Environ Med 2005; 62(4): 270-1.

Corrispondenza: *Anna Barbieri PhD, Sezione di Medicina del Lavoro, Università di Bologna, Policlinico Sant'Orsola-Malpighi, Via Pelagio Palagi 9, 40138 Bologna, Italy, Tel. 051 2142755, E-mail: anna.barbieri3@unibo.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 299-305
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Giulio Andrea Tozzi

L'approccio armonizzato alla salute e sicurezza nei porti italiani: l'esperienza del gruppo tecnico interregionale sui porti e le navi

Responsabile della Struttura Semplice PORTO della Struttura Complessa PSAL dell'ASL3 Regione Liguria - Coordinatore GRUPPO INTERREGIONALE "PORTI e NAVI"

RIASSUNTO. Si riassumono alcuni degli aspetti critici dell'applicazione della legislazione italiana per la SSL nel lavoro portuale e nel lavoro marittimo e nella pesca, seguendo i lavori del Coordinamento interregionale sui porti e le navi, tra il Settembre del 2017 e il Settembre del 2019. Si riporta la discussione suddividendola in 5 principali temi. In primo luogo, le complesse relazioni tra le diverse Istituzioni e le Parti sociali che trattano questi temi a livello locale e nazionale. Le criticità di alcune situazioni vengono quindi analizzate in dettaglio: i limiti della normativa sulla sorveglianza sanitaria dei marittimi; la difficile gestione delle interferenze nel lavoro di carico e scarico delle navi, nel trasporto delle merci pericolose sulle navi e nei porti e nella circolazione dei mezzi su ruota e su binario; gli aspetti critici dell'applicazione delle norme per i lavori di riparazione a caldo e dei lavori di bonifica delle strutture navali coibentati in amianto. Infine, si descrive un complesso progetto nazionale di formazione sul campo organizzato dal Gruppo per gli ispettori, sulle operazioni portuali, riparazioni e cantieristica navale, lavoro di pesca.

Parole chiave: Porti, Politiche SSL, Sorveglianza sanitaria e condizioni di lavoro marittimi, Riparazioni e Costruzioni navali, Amianto, prodotti chimici pericolosi, Fumigazione, Formazione degli Ispettori per SSL.

ABSTRACT. This report summarises some of the crucial and critical aspects on the enforcement of the Italian regulations on port and maritime work and fishing, following the activity of the Interregional Coordination Working Group on OHS in Ports and Ships from September 2017 until September 2019. The discussions have been organised in fine main topics. First of all, the complex relationships between the different Institution and Social Partners dealing with the subject at local and national level. Some specific topics are then analysed in depth: the limits of regulations on health surveillance for maritime workers; the difficult management of work interference during loading and unloading ships, the transport of dangerous chemicals and the port road and rail safety; the critical aspects of the enforcement of precautions for hot work in ship repair and asbestos removal. Finally, we describe a complex national training on the field project, organized for the inspectors by the Working Group on OHS in Loading and Unloading ships, Shipyards and Ship Repair, Fishing work.

Key words: *Ports, OHS policies effectiveness, Health surveillance and maritime working conditions, Ship repair and Shipyards, Asbestos, Dangerous Chemicals, Fumigation, OHS Inspectors training.*

Obiettivi e metodi

Dopo alcuni anni di inattività, il nuovo Gruppo Porti e Navi riprendeva l'attività con la sua prima riunione a Trieste il 20/09/2017 (preso la sede di ASUITS), cui facevano seguito altri 10 incontri fino all'undicesima e, per ora, ultima riunione, del 20/06/2019 a Roma (presso la sede della Regione Toscana).

Queste note riassumono i contributi di chi ha partecipato (1) ai lavori, su alcuni dei temi trattati in questi due anni di attività, per conto delle rispettive regioni oppure su invito del gruppo. Ciascuno ha portato le esperienze sulle lavorazioni portuali e marittime dei Servizi e le eventuali iniziative di coordinamento della propria regione, evidenziandone alcune delle maggiori criticità.

1. Relazioni istituzionali e sociali

La prima questione esaminata ha riguardato gli attuali limiti dell'organizzazione dei Servizi di prevenzione nei luoghi di lavoro delle ASL e la necessità di dare un nuovo impulso al Coordinamento interregionale per i porti e le navi. Nel 2017, infatti, era già da più di tre anni che il Gruppo Porti non aveva più avuto una sua struttura formale, per cui gli scambi tra Servizi di regioni diverse erano diventati solo occasionali e legati ad iniziative estemporanee di singoli operatori. Inoltre, l'orientamento di raccogliere nazionalmente solo i dati e l'attività svolta in Agricoltura e in Edilizia, considerati prioritari, aveva di fatto distolto molti uffici dal dedicare formazione e risorse specifiche al lavoro nei Porti e sulle Navi, per cui, spesso, l'attività in questi settori era rimasta affidata ai soli operatori ancora in servizio che potessero vantare un'esperienza tecnica pregressa. Le esigenze di riorganizzazione dei Servizi e il progressivo pensionamento degli operatori più esperti avevano infine determinato un ripiegamento da tali campi di attività e richiedevano quindi uno sforzo per contrastare un'indesiderata ulteriore accentuazione di tale dinamica.

Da qui la necessità, ma anche la difficoltà, di raccogliere obiettivi, prassi comuni, dati omogenei e sufficientemente approfonditi sull'attività, per svolgere in modo armonizzato i compiti nei Servizi e per dare indicazioni ad

altri Gruppi Tecnici Interregionali o al Coordinamento SSL delle Regioni.

In questi tre anni, si è quindi curata particolarmente l'informazione sull'attività del Gruppo con l'invio dei dettagliati verbali delle riunioni al Coordinamento Interregionale SSL, per far conoscere a tutte le Regioni e quindi alle amministrazioni delle Aziende Sanitarie locali le attività in corso.

In generale, le attività di controllo in un porto piuttosto che in altro potrebbero orientare indirettamente i traffici verso le aree in cui questi siano percepiti come meno stringenti. Da qui l'importanza di un quadro normativo e procedurale e della conseguente attività di vigilanza trasparenti e per quanto possibile collegati su tutto il territorio nazionale.

In una situazione disarticolata non è infatti possibile affrontare in modo sistematico ed efficace a livello nazionale, con i soggetti istituzionali interessati (Capitanerie di Porto e loro Comando Generale (CP), Autorità di Sistema Portuale (AdSP), Vigili del Fuoco (VVF), ARPA, Agenzia delle Dogane), Chimici di Porto, Esperti qualificati, INAIL e con i Ministeri della Salute, del Lavoro, dei Trasporti, degli Interni e dell'Ambiente, le difficoltà derivanti dalla lunga lista di lacune e ritardi nell'adeguamento e coordinamento della legislazione in materia di sicurezza del lavoro nei Porti, nelle Riparazioni e nelle Costruzioni navali e nel lavoro Marittimo e di Pesca.

Così, ad esempio, si sono fornite risposte nel 2017 al Ministero del Lavoro per relazionare all'OIL sull'applicazione in Italia della Convenzione 152/79, ma i Servizi operanti nei porti non sono stati interpellati sull'adozione della Convenzione OIL 186 (MLC2006) con Legge n. 113 del 2013, né nel 2015 per contribuire al parere delle regioni sull'emanazione del DLgs 32/206 o dell'apposito Comitato sull'Interpello 10/2015, né per la riforma della Legge 84/94 sui Porti nel 2016, né tanto meno per l'elaborazione ed emanazione dei DM del 12/10/2017 e del 27/05/2019 dei Ministeri dell'Ambiente e dei Trasporti sulle demolizioni navali *(Ship Recycling)*, né infine in occasione dell'iter del Disegno di legge n. 932 del 07/11/2018 del Senato per l'adozione della Convenzione OIL C188 (2007) sul lavoro della Pesca.

In generale, tuttavia, a livello locale, gli scambi dei Servizi con tutte le istituzioni portuali e le organizzazioni sociali sono continui, talvolta inquadrati in prassi concordate formalizzate, come a Venezia o Trieste, talaltra su prassi consolidate nel tempo e solo in parte formalizzate da Ordinanze e Decreti, come a Genova, che prevedono pareri formali, scambi di informazioni, segnalazioni e anche sopralluoghi congiunti Servizi/AdSP, CP o VVF, pur nel permanere di sovrapposizioni non risolte tra Autorità di Sistema e Capitanerie di Porto, incertezze operative e di ruolo degli ispettori delle AdSP (presenti in alcuni porti).

Inoltre, resta come tratto comune la sensibilità verso il ruolo e l'attività degli RLS aziendali e di quelli di sito (RLSS), con un'interazione abituale dei lavoratori e delle loro rappresentanze con i Servizi delle ASL in incontri e scambi ravvicinati, in preparazione o in occasioni di ispezioni e approfondimenti sul luogo di lavoro, come ne è prova il seminario che la Regione Toscana ha organizzato nel 2018 sull'attività dei RLS che ha riguardato anche i lavoratori portuali (2).

In molti porti è inoltre tuttora attivo il coordinamento AdSP/RLSS/Servizi del SOI, che in altri, invece, come ad es. in Liguria, è stato sostituito dalle procedure relazionali previste dai DLgs 81/08 e DLgs 272/99, ossia un confronto tripartito nel quadro del Comitato Igiene e Sicurezza Portuale (art. 7, DLgs 272/99) e, in ambito Regionale, del Comitato ex art. 7 del DLgs 81/08.

A riprova che le disomogeneità del settore non riguardano comunque solo il SSN, si rimarca come non in tutti i porti sia stato istituito, essendo solo una *facoltà* dell'Autorità di Sistema Portuale, il Comitato salute e sicurezza ex art. 7/DLgs 272, dove poter confrontare le istanze istituzionali e sociali del porto in materia.

Si è anche assistito, sull'onda di una forte richiesta delle Organizzazioni Sindacali e dell'impegno delle Amministrazioni regionali, alla stipula di Accordi Quadro, Protocolli Prefettizi o Regionali, come ad es. in Friuli VG i Protocolli Prefettizi del 2008 e del 2015, in Toscana *(DGR 151/2016; DGR 1058/2015; DD 1795/2016)* e Liguria *(DGR 526/2015; DGR 1294/2016)*, all'organizzazione di importanti incontri come il *Convegno Nazionale Porti (Trieste, 2017)*, con il risultato che, con la ripresa dell'attività di Coordinamento Interregionale sulla Sicurezza e Salute nel Lavoro, la riattivazione del Gruppo Porti e Navi e la promozione dei *Progetti di ricerca BRIC 2016* dell'INAIL, alcuni Servizi di regioni che finora erano state poco presenti sul tema, hanno iniziato a intervenire anche sulla sicurezza dei lavoratori portuali, marittimi e della pesca (ad es. Campania, Calabria, Puglia, Sicilia).

A La Spezia e Genova ci si è, inoltre, anche confrontati con la sicurezza del lavoro nelle strutture della Marina Militare (normate ai sensi dell'art. 13 del DLgs 81/2008) (3). Ad esempio, quando gli impianti delle aree della Marina Militare vengono dati in uso a terzi per lo svolgimento di lavori su unità civili, vi è l'accordo dell'ASL5 con l'organo di vigilanza per la Salute e Sicurezza sul Lavoro della Marina Militare (MARIVIGILANZA) per effettuare dei sopralluoghi congiunti. Oppure, quando sono previsti interventi di ristrutturazione edile che comportano rimozione di materiali pericolosi (Amianto o FAV) da strutture militari, si instaura una positiva collaborazione inter-istituzionale tra ASL e Capitanerie competenti.

A dimostrazione inoltre della volontà di intervenire sulla materia della parte imprenditoriale portuale, nel recente Convegno *"1999 - 2019 Salute e sicurezza sul lavoro a bordo ed in porto"*, organizzato a Genova dal Consorzio Formazione Polcevera (29/06/19) per iniziativa di Confindustria e di numerose Imprese portuali, si è ripreso a discutere pubblicamente, richiamando la bozza elaborata per aggiornare il DLgs 272 nel 2010 e da allora mai più ripresa, sui diversi aspetti del quadro normativo che richiederebbero urgentemente l'auspicato e atteso raccordo dei DLgs 271, 272 e 289 del 1999 con il DLgs 81/08.

Infine, per quanto riguarda Infortuni e Malattie professionali, in diverse regioni sono già operativi da tempo dei Protocolli concordati con le Procure per le indagini nei

porti e sulle navi, che meriterebbero anch'essi un intervento di armonizzazione più ampio.

Infatti, il Protocollo della Procura presso il Tribunale Ordinario di Venezia (2010) fornisce specifiche procedure per affrontare infortuni accaduti *"in ambito portuale e a bordo delle navi ormeggiate in porto, alla fonda o in transito nelle acque del litorale Veneto"* , attribuendo deleghe in materia anche a CP e Polizia di Frontiera. Più articolato è il recente Protocollo della Procura di Trieste (2018), in cui si definiscono le deleghe operative dei diversi soggetti istituzionali (Autorità di Sistema Portuale, Polizia di frontiera, Polizia stradale, ASUITs, Capitaneria, Carabinieri, VVF) in caso di interventi in ambito portuale, in particolare per gli infortuni avvenuti a terra o a bordo di navi ormeggiate o ancorate nel porto di Trieste. In altri casi (ad es. Liguria e Toscana), invece, le procedure condivise regionalmente con le Procure Generali riguardano gli infortuni nel loro insieme e identificano i Servizi delle ASL come titolari esclusivi della materia, senza specificazioni ulteriori sul contesto di accadimento, dando quindi loro la delega per scegliere, di volta in volta se e come eventualmente coinvolgere nelle indagini di polizia giudiziaria anche altri soggetti istituzionali (in porto, soprattutto CP, VVF, PS).

Nel Gruppo sono state segnalate a questo proposito le peculiari difficoltà che possono sorgere in porto, quando si deve accedere su navi di bandiera estera, ad esempio in caso di infortunio subito da lavoratore straniero o per ispezioni su lavori di riparazione, quando sulla nave operano solo lavoratori stranieri del bordo o simultaneamente a imprese italiane della Capocommessa, oppure quando si debba affrontare un infortunio accaduto all'estero a un lavoratore italiano, non solo per limiti di giurisdizione, ma anche per la necessità, ad esempio, di dover ricorrere a interpreti e a particolari formalità di notifica degli atti.

2. Sorveglianza sanitaria e condizioni di lavoro dei marittimi

Permane ormai da anni il confuso intreccio tra la regolamentazione della sorveglianza sanitaria per i Marittimi svolta dal Medico competente e gli accertamenti medico-legali svolti dal SASN (Ministero della Salute), con le conseguenti difficoltà di applicazione del DLgs 271/99, che, essendo stato emanato nel quadro della Legge delega 489 del 31.12.98, potrebbe essere integrato, eventualmente (dato che non vi è alcun esplicito riferimento nel testo), solo dal DLgs 626/94, per la vana attesa, ormai decennale, di un Decreto di raccordo con il DLgs 81/08. L'assetto normativo, quindi, risulta in molte parti superato, con una diversa regolamentazione per i Medici Competenti dei marittimi e quindi una seria incertezza sul loro ruolo e una spesso sbilanciata e inadeguata tutela dei lavoratori marittimi rispetto agli altri lavoratori.

Queste ed altre riflessioni sono state condotte a commento delle Linee di indirizzo della Regione Liguria (2019) per la sorveglianza sanitaria nel lavoro di Pesca e per la Formazione dei pescatori (4), sulla falsariga delle prime Linee Guida delle Regioni (2004) (5), nel quadro del DLgs 298/99, del DLgs 271/99 e delle più recenti Circolari del MIT (6). È utile ricordare, infine, anche i limiti del quadro normativo nelle attività subacquee, frammentario per la varietà di tipologie, non solo legate alla pesca, che vi si presentano (7).

Inoltre, tutte le questioni riguardanti la tutela della salute e sicurezza dei marittimi avrebbero potuto e dovuto essere regolate da un apposito DM, mai emanato (art. 4.4 del DLgs 31/2016), e andrebbero quindi affrontate dalle Regioni con il MIT a livello centrale per definire dei criteri ispettivi condivisi e armonizzati, le modalità di trasmissione alle ASL, e gli atti conseguenti, dell'esito delle ispezioni a bordo di navi di bandiera italiana (art. 7.2 del DLgs 32/2016), nel quadro della Convenzione OIL 186 (MLC 2006). In tali controlli, infatti, viene data talvolta maggiore enfasi agli aspetti sanitari prevalentemente formali, quali ad esempio il puntuale rinnovo della scadenza dei certificati di idoneità, e si presenta la difficoltà di applicazione del DLgs 271/99 (norma penale) nel diverso quadro sanzionatorio della Convenzione OIL (norma amministrativa).

Le Commissioni di visita ex DLgs 271, inoltre, che si dovrebbero svolgere con la partecipazione dei Servizi, come avviene in alcuni porti (ad es. Olbia, Civitavecchia, Savona, Trieste), in altri restano un evento anormalmente raro (Genova, La Spezia). Anche in questo caso, vi sarebbe la necessità di trovare una modalità armonizzata per tali ispezioni, in particolare definendo modalità condivise di accertamento, verbalizzazione ed emanazione di eventuali Prescrizioni ex DLgs 758 (ai sensi dell'art. 41, DLgs 271/99).

A ulteriore riprova della complessità e intensità degli intrecci locali, nazionali e sovranazionali in ambito marittimo, è noto il fatto che su scala Nazionale, Europea e Internazionale è in corso un'accesa disputa sindacale nei confronti delle organizzazioni degli Armatori e di talune Autorità di Sistema Portuale sulla natura delle fasi di rizzaggio e derizzaggio (per taluni, queste attività rientrerebbero tra i Sevizi Portuali piuttosto che tra le Operazioni Portuali, in quanto attività specialistica finalizzata a garantire la Sicurezza della navigazione) e sulla legittimità di affidare tali operazioni, liberamente o a seguito di autorizzazione richiesta dall'Armatore all'Autorità, all'equipaggio, sottraendole così ai soci delle Compagnie di Lavoratori somministrati ai Terminal a terra. La legislazione nazionale (Legge 84/94, DM 585/95 e DM 132/2001) dovrà quanto prima affrontare la spinosa questione e conformarsi anche al recente Regolamento UE 2017/352 (entrato in vigore dal 24/03/19) che tratta anche questa materia. Le Regioni e le ASL potrebbero quindi essere interpellate, come a Genova, ma anche, in seconda battuta, a livello nazionale, dalle AdSP e CP e dalle parti sociali, sulla questione, sia per esprimersi sulla valutazione del carico di lavoro legato all'eventuale alterazione degli orari di lavoro (art.11, DLgs 271/99) e quindi alla fatica aggiuntiva rispetto a quella delle abituali attività marinare per lo svolgimento di tali operazioni da parte dei marittimi (art. 6.5.d e All. I, DLgs 271/99), sia per gli aspetti legati all'idoneità degli equipaggi e al presumibile aumento dei rischi di interferenza incontrollata nelle operazioni di carico e scarico che potrebbero derivare da tali pratiche (arrt. 4, DLgs 272/99).

3. Operazioni portuali

A ulteriore indicazione dell'importanza, ma anche della incompiutezza del quadro normativo nazionale e della disomogeneità della produzione normativa delle AdSP con cui queste tentano di porre localmente rimedio, è degna di nota l'obbligo vigente da tempo a Ravenna e in uso similmente, ma solo come prassi dei Terminal, anche a Genova e in altri porti, per determinate fasi delle loro attività nelle operazioni portuali. Con propria Ordinanza l'AdSP ha disposto che, in fase di carico e scarico della nave, vengano valutate le condizioni di rischio e gli apprestamenti necessari mediante Check-list compilate col bordo, condivise dalla Coop. o Compagnia Portuale, prima di iniziare le operazioni, per consentire una specifica integrazione, per ogni nave, del Documento di sicurezza del Terminalista ex art. 4 DLgs 272/99.

Prassi simili di analisi preventiva dei rischi delle interferenze sono state elaborate anche a Civitavecchia, nel quadro della ricerca svolta con l'INAIL, istituendo, con Ordinanza dell'AdSP, una nuova figura (Foreman) incaricata dal Terminal di coordinare le attività di più imprese operanti in banchina pubblica.

Si ricorda, infatti, che il DLgs 272/99 non accenna esplicitamente alla questione delle interferenze bordo/banchina (non immediatamente assimilabili a quelle dei lavori affidati a terra dal datore di lavoro committente, di cui all'art. 26 del DLgs 81/08), né a quelle che si originano in banchine pubbliche dove agiscono simultaneamente più imprese in operazioni portuali su più navi. Questo, nonostante l'art. 5 della Convenzione OIL n. 152 (1979) prevedesse che *l'Autorità competente* dovesse prescrivere le modalità generali della collaborazione delle imprese che svolgono simultaneamente le loro attività in uno stesso ambiente di lavoro. La bozza di modifica del Titolo I del DLgs 272 arenatasi nel 2010, cui si è già accennato, dedicava un intero articolo (art. 7) ex novo proprio a questi aspetti cruciali del lavoro portuale.

Strettamente connessi alla questione precedente, la normativa è molto carente sui problemi delle interferenze del lavoro con il trasporto su gomma e con le reti ferroviarie portuali delle AdSP (sulle quali la manovra dei convogli è affidata in concessione ad Imprese di manovra), legate alla viabilità in banchina, nei Terminal e nelle aree di interconnessione tra le zone in concessione. Dati i limiti di applicabilità del Codice della Strada e dei DPR sulla sicurezza delle Ferrovie di Stato in ambito portuale e i ruoli non sempre ben definiti in materia tra CP, AdSP e Polizia di Stato, l'intensificarsi dei traffici RO-RO e l'evoluzione della meccanizzazione delle operazioni, richiede uno specifico inquadramento normativo e progettuale per prevenire i gravissimi infortuni che avvengono per la compresenza di mezzi e soggetti diversi che si muovono spesso disordinatamente in aree limitate.

Delle complessità di lettura del quadro normativo nazionale e delle difficoltà per il SSN di garantire sempre prassi uniformi abbiamo detto. Tuttavia, anche le AdSP e CP spesso non riescono ad essere efficaci nel ricorso ai propri poteri normativi, in modo da garantire sia i necessari vincoli specifici che le conflittuali esigenze di salvaguardia dei traffici. Un esempio è il caso delle situazioni di emergenza e dei conseguenti accertamenti che da anni vengono svolti a Genova da ARPAL e VVF con ASL, INL, CP, AdSP ed Agenzia delle Dogane per la Prefettura (8), con i conseguenti risvolti anche penali, a seguito delle rilevazioni di anomalie radiometriche per sorgenti radioattive "orfane", introdotte tra i rottami o semilavorati metallici, rilevate durante i controlli finalizzati all'autorizzazione all'importazione, condotti dagli Esperti Qualificati per gli Spedizionieri. Nonostante sia stata messa a punto una procedura apposita integrativa per garantire, sin dalle fasi di sbarco, la segnalazione di eventuali condizioni di emergenza per la salute dei lavoratori portuali che venissero inconsapevolmente a contatto di un contenitore con una intensa sorgente radioattiva (art. 23, DLgs 272/99 e Ordinanza 7/2014 dell'AdSP di Genova), non si è ancora riusciti a ottenere una sufficiente condivisione con le parti interessate, per apportarvi le necessarie modifiche frutto dell'esperienza maturata in questi anni, che migliorerebbero l'efficacia di tali interventi di emergenza.

Nei porti si svolgono, inoltre, operazioni, inquadrabili negli artt. 21 e 22 del DLgs 272, che coinvolgono il carico e scarico di merci pericolose dalle navi e dai trasporti terrestri, e nell'art. 25 riguardanti i rischi delle rinfuse (ad es., a Venezia, Ravenna, Genova, Ancona). I container e le cisterne stazionano provvisoriamente nei Parchi di Merci Pericolose dei Terminal, che possono avere una propria regolamentazione (a Genova con Ordinanza dell'AdSP n. 4/2001 e s.m.i), che preveda il parere del Servizio dell'ASL (nelle fasi autorizzative o a seguito di fuoriuscita dei prodotti da container e cisterne), del Chimico di porto, della CP e degli ispettori dell'AdSP (talvolta sono coinvolti anche i VVF, ARPAL e l'Agenzia delle Dogane). Tuttavia, spesso al crescere esponenziale di questi traffici, aumentano le allerte, senza che ad esse corrisponda un'adeguata assunzione di responsabilità delle imprese e un adeguato rafforzamento delle capacità tecniche istituzionali di coordinamento e controllo, per cui spesso ci si trova ad affrontare situazioni complesse di rischio chimico, in ordine sparso, inventando di volta in volta forme di collaborazione tra le istituzioni.

Il traffico di prodotti chimici è un'occasione ideale anche per verificare la rispondenza dei prodotti importati, ai Regolamenti REACH, CLP e BIOCIDI. Nell'ambito del Piano Nazionale Controlli 2019, in collegamento con ECHA, si è infatti previsto con l'Autorità Competente Nazionale (Ministero della Salute) un primo progetto di collaborazione con l'Agenzia delle Dogane, per il controllo in alcuni porti nazionali di sostanze, come tali o presenti in articoli in importazione, soggette a *Restrizione* (all. XVII del regolamento REACH).

Una ulteriore fonte di rischio chimico sono anche le fumigazioni, ad esempio con *Fosfina* (9), un *"gas tossico compreso nell'elenco del RD 147/27"* di merci in arrivo o in partenza o addirittura di navi ormeggiate, come ad esempio, di recente, a Livorno, per il rinvenimento di ragni pericolosi nella cellulosa in stiva, con il conseguente rifiuto di proseguire nello scarico da parte dei lavoratori portuali.

Questo richiama la necessità di un aggiornamento del RD 147/27, che lo allinei ai nuovi Regolamenti REACH, CLP, BIOCIDI e al DLgs 81/08 e, in particolare, di una chiara definizione dei ruoli autorizzativi nei porti per l'uso di tali gas, in capo alla CP o, secondo una lettura di quest'ultima della Legge 84/94, anche all'AdSP e un attento coordinamento di tali norme con quelle del trasporto via nave (IMDG e) o via terra (ADR) e con le prassi e regolamenti Doganali.

La pericolosità delle merci così trattate, tra l'altro, si può estendere anche fuori dal perimetro portuale, causando lesioni gravi negli interporti, per contenitori non segnalati come merce pericolosa ai sensi dell'IMDG o ADR, né controllati da alcuno prima dell'apertura nel magazzino di destinazione (10).

4. Riparazioni e Costruzioni Navali

Da una prima ricognizione svolta dal Gruppo, praticamente la totalità dei porti rappresentati è interessata a lavori di Riparazione navale, ma solo in alcuni di questi essi si svolgono anche in bacino di carenaggio: TRIESTE (3 bacini), VENEZIA (5, di cui 3 della Marina Militare), GENOVA (7), LA SPEZIA (6, di cui 5 della Marina Militare), RAVENNA (3), LIVORNO (2).

Diverse questioni restano controverse nelle Riparazioni, a proposito del Nullaosta della CP per le lavorazioni a caldo sulle navi. L'iter definito dall'art. 46 del DLgs 272/99 porta con sé, infatti, anche la questione dell'applicabilità o meno di tale procedura ai lavori in bacino non galleggiante, fermo restando il paradosso della sua assodata applicabilità alle lavorazioni in bacino galleggiante.

Nei Servizi sembrava essersi consolidata, in assenza di indicazioni interregionali, anche su spinta delle CP e talvolta delle AdSP, l'opinione che in queste situazioni non dovesse essere previsto l'iter con parere eventuale dell'ASL (11), per l'emissione del Nullaosta della CP, perché così sarebbe stato deducibile dalla definizione del campo di applicazione del Titolo II del DLgs 272.

Tuttavia, ad una più attenta lettura degli artt. 2 e 3 del DLgs 272 (12), le *navi in armamento in bacino* potrebbero non risultare, invece, escluse dal Titolo II. Inoltre, nell'ipotesi della sua inapplicabilità alle navi in bacino non galleggiante, di fatto, il DLgs 272 interesserebbe solo lavori su *navi ancorate o ormeggiate*, sempre nell'ipotesi che queste siano effettivamente sinonimo solo di navi in galleggiamento in mare.

Tale riduttiva interpretazione del DLgs 272 tralascia il fatto che le lavorazioni in bacino (vedi la strage di Ravenna o la demolizione della Concordia) sono in genere più rischiose di quelle svolte in mare, oltre che diverse e con peculiari rischi rispetto alle Costruzioni navali, dovendo operare su strutture preesistenti e spesso compromesse, e che la non applicabilità del DLgs 272, di fatto, priverebbe tali lavorazioni anche di altre norme specifiche particolarmente stringenti (ad es., i lavori in ambienti chiusi, il ruolo della Capocommessa o il divieto d'uso di silice libera nelle sabbiature) e del contributo rilevante del Chimico di Porto (ad esempio nei lavori a caldo o per lavori in ambienti chiusi), circoscrivendo alla sola impresa l'adozione delle misure di tutela specifiche, genericamente delineate dal DLgs 81/08. Si è osservato, infine, che siccome nell'attività di riparazione, secondo la criticabile lettura che ne è stata data dall'Interpello 10/2015, il DPR 177 e quindi il Titolo II del DLgs 81/08, non sarebbero applicabili alle navi, in quanto mezzi di trasporto, qualora l'attività nei bacini (non galleggianti) non rientrasse nel DLgs 272/99, si aprirebbe un grave ulteriore vuoto normativo.

Per tentare di compensare queste incertezze, le Autorità portuali e alcune CP, vuoi per provare a rispondere alle evidenti carenze di tutela che si verrebbero a creare con questa lettura della norma, vuoi anche per rispondere ad esigenze dei Servizi integrativi antincendio portuali (società private con propri dipendenti abilitati come guardia fuochi dalla Capitaneria, integrate da VVF), hanno emanato Ordinanze diversificate (13) che regolamentano in generale i lavori a caldo in bacino non galleggiante e/o a terra. In esse si richiede all'impresa Capocommessa la notifica dei lavori all'Autorità portuale, accompagnata dalla certificazione del Chimico di porto, ribadendo genericamente l'adozione del Servizio integrativo antincendio delle guardie ai fuochi. In taluni casi (Trieste), fino ad arrivare anche a definire prassi e verbali per ispezioni congiunte di tutti gli enti (VVF, CP, AdSP, ASL). Si tratta tuttavia di norme locali, tra l'altro sanzionabili, almeno in prima battuta, solo dall'AdSP o dalla CP, senza quindi rilevanza penale.

Le divergenze interpretative sorte con la Capitaneria a Genova per la demolizione della Concordia hanno permesso di evidenziare queste contraddizioni e ambiguità. Affermando, passo dopo passo, l'applicabilità in toto del DLgs 272, integrato beninteso dal DLgs 81, si è così riusciti a condurre a termine l'intervento di demolizione senza modificare in corso d'opera il quadro normativo di riferimento e quindi senza ridurre le tutele a seconda delle condizioni del contesto ambientale in cui si svolgevano (prima con nave all'ormeggio su specchio acqueo in area commerciale, poi su specchio acqueo in area riparazioni e infine in secca in bacino non galleggiante), ponendo prioritariamente l'attenzione alle condizioni peculiari che determinavano l'aumento dei rischi del relitto e adottando di conseguenza il maggior numero di tutele possibili con una lettura integrata dei due decreti.

Su questa "interpretazione" avevano convenuto, oltre che le OO.SS. e le imprese, sia l'AdSP che i VVF, mentre la CP genovese aveva dovuto rivedere alcune sue prassi, modificandole, almeno per questa specifica opera, richiedendo quindi un parere all'ASL3 prima di emanare i Nullaosta (vedi nota 11), ed emanando questi ultimi anche per l'ultima fase della demolizione che si svolgeva in bacino non galleggiante.

Infine, poiché le prossime Demolizioni navali dovranno seguire quanto previsto dal Regolamento UE 1257/2013 e dai suoi Decreti attuativi (DM 12/10/2017 e DM 27/05/2019), sarebbe opportuno aprire un tavolo di confronto, finora assente, delle Regioni con i Ministeri della Salute e del Lavoro con il Ministero dell'Ambiente, il Ministero dei Trasporti e le diverse articolazioni della

CP, le Città Metropolitane e le ARPA, per una collegamento degli adempimenti delle CP per la certificazioni delle Navi, degli Impianti e dei Piani di Riciclaggio nelle Demolizioni navali, con gli aspetti di vigilanza ambientale e con quelli delle ASL sulla salute e sicurezza dei lavoratori in queste operazioni, secondo il DLgs 272/99 e il DLgs 81/08.

L'incompletezza del censimento dell'amianto sulle navi italiane (previsto dal DM 20/08/99) è un'ulteriore prova di scarsa attenzione alla necessità di aggiornamento e di attiva integrazione del quadro normativo esistente con destinatari i marittimi e i lavoratori portuali delle Riparazioni, pur ipotizzando che i rischi di esposizione ad amianto, ancora presente sia nelle navi estere, che in quelle nazionali, sia commerciali che passeggeri, si manifestino solo durante le Manutenzioni e Riparazioni. È infatti ancora frequente l'individuazione di coibentazioni, anche estese, in amianto, previste o meno in fase di progettazione delle Manutenzioni o Riparazioni, e quindi la messa in atto delle procedure del DLgs 81/08 in analogia con quanto si fa per le comuni bonifiche a terra. Tuttavia, è utile ribadire la segnalazione dei colleghi di Livorno, secondo cui su determinate navi traghetto sono state rilevate anche delle situazioni gravi, non segnalate, di esposizione ad amianto. Infatti, molte unità contengono vecchie coibentazioni, anche di crocidolite, talvolta solo parzialmente censite e "confinate" con pannelli, che possono venire rimosse durante le manutenzioni, talvolta anche dolosamente, senza le necessarie cautele nei porti italiani, ma anche, fuori da ogni controllo diretto, in navigazione o in porti stranieri, anche del Mediterraneo.

Infine, fino ad ora, è stato solo occasionale il coinvolgimento dei Servizi delle ASL nelle *Prove a mare*, regolamentate anch'esse, benché riguardanti le Costruzioni e non le Riparazioni Navali, nel DLgs 272/99 (Titolo III), emanato ed inserito nel Decreto nell'urgenza della tragedia della gasiera SNAM Porto Venere del 02.10.96 a Genova. La procedura definita recentemente a Genova tra i soggetti istituzionali (Capitaneria di Porto, Ente Tecnico, USMAF e ASL3) potrebbe essere un punto di partenza per precisare nazionalmente le evidenti incertezze interpretative del quadro normativo e raggiungere un approccio uniforme per tali adempimenti, in modo da dare indicazioni univoche sulle tipologie di controllo, ad esempio, a Fincantieri o ad altri Cantieri Navali che hanno la necessità di svolgere uniformemente tali Prove nei loro impianti, a Genova, Monfalcone, Venezia, Palermo, ecc.

5. Formazione

Il Gruppo Tecnico aveva sin da subito ipotizzato, come già era stato fatto in passato, di impostare una ricognizione su alcune cruciali questioni del lavoro portuale e di elaborare quanto prima un percorso formativo/seminariale per iniziare a trasferire agli operatori più giovani e alle regioni che iniziavano a impegnarsi nel settore le esperienze consolidate delle realtà più avanzate, da cui ricavare elementi anche per delle proposte di approfondimento in materia da rivolgere alle OO.SS., per i RLS e i RLSS portuali, e ad ASSOPORTI.

Per questa, come per altre iniziative di approfondimento del Gruppo finalizzate a armonizzare le pratiche di intervento delle ASL, l'INAIL DiMeILa aveva offerto sin da subito la sua piena disponibilità a sviluppare e affiancare ai seminari del Gruppo i propri Corsi sul Sistema di Sorveglianza Nazionale degli infortuni mortali e gravi (Infor.MO) dedicati al lavoro nei Porti, nella Cantieristica e nella Pesca, diventando un interlocutore stabile del gruppo.

Il piano di *Formazione sul campo* messo a punto tecnicamente dall'ASUITS di Trieste (14) con la collaborazione di un sottogruppo del Gruppo Porti e Navi (15), si è prefisso di migliorare l'esercizio delle funzioni di vigilanza, per un loro svolgimento interdisciplinare in modo più consapevole, professionalmente adeguato e in piena sicurezza per la propria integrità fisica, considerato che i luoghi di lavoro nave, aree operative e cantieri navali sono ambienti ad elevato rischio infortunistico anche per gli operatori della vigilanza. Di particolare rilevanza, inoltre, è stato considerato lo scambio e il confronto delle esperienze territoriali e la conoscenza dei rapporti inter-istituzionali e dei protocolli operativi territoriali.

Il progetto, che si sta sviluppando con grande successo e partecipazione, è centrato sull'esame della normativa, delle procedure di sicurezza in ambito portuale e sull'analisi dei cicli di lavoro portuali, marittimi e della pesca. Nel 2019 prevede un programma di sopralluoghi sul campo nei porti di Trieste, Ravenna, Livorno, Olbia, Molfetta, San Benedetto del Tronto, Monte Argentario, Chioggia, Monfalcone e di simulazioni in aula, presso la sede dell'INAIL di Roma, che si collegano anche alle due sessioni di incontri in aula relativi alle operazioni portuali effettuati nel 2018.

6. Conclusioni

Come si è accennato, la regolazione dei traffici portuali per garantire condizioni di lavoro e ambientali sicure ha necessariamente effetti sulla definizione delle rotte e degli scali. Tali effetti tuttavia possono dipendere dalla severità dei controlli locali a tutela dei livelli di salute accettati socialmente, che possono essere graduate e definite, ma anche dalla loro universalità, coerenza, trasparenza ed efficacia.

Un sistema localistico, inutilmente severo e disordinato, di incerta decifrazione, può forse permettere colpi di mano e ardite e rischiose imprenditorialità, ma difficilmente può favorire una lucida programmazione che nel produrre ricchezza non perturbi la qualità del lavoro e dell'ambiente socialmente richieste.

Le osservazioni critiche riportate potrebbero destare quindi più di un'amara riflessione sulla qualità del nostro sistema produttivo, normativo e istituzionale, ma, tuttavia, vi è un'evidenza di entusiasmi e ingegni che abbiamo a disposizione, come il lavoro del Gruppo Porti e Navi mi pare abbia ampiamente dimostrato, ed è quindi su di essi che possiamo e dobbiamo basarci nel prossimo futuro.

Bibliografia

1) Hanno partecipato al Gruppo Tecnico Porti e Navi i rappresentanti delle Regioni Friuli Venezia Giulia (P. TOFFANIN, D. BAIS), Veneto (F. BORTOLI, G. CARRADORI), Emilia Romagna (G. LUCCHI), Liguria (G.A.TOZZI, M. LOMBARDI, L. PETRILLO), Marche (R. PIERGILI, M. DE BARTOLOMEI), Toscana (A. GIOMARELLI, A. PIACQUADIO, L. GALIGANI, S. LANZILOTTA), Lazio (M. PRESTO, G. GALASSO), Campania (I. ALETTA), Puglia (P. MARCUCCIO), Calabria (M. ZAMPOGNA), Sardegna (P. MASIA e G. TESTONI), Sicilia (R. GUCCIARDI), inoltre, man mano che la collaborazione si rinforzava in funzione delle iniziative intraprese insieme, i ricercatori dell'INAIL DiMeILa (D. DE MERICH, M. PELLICCI, G. CAMPO, G. FORTE).
2) Regione Toscana, Firenze 4/12/2018, *A 10 anni dal DLgs 81/08: RLS… che fare? Ruolo, prerogative, diritti e timori*, *http://www.regione.toscana.it/-/convegno-regionale-rls*
3) Ufficio Generale per la Prevenzione Antinfortunistica e la Tutela Ambientale (U.Ge.Co.Pre.A.), Ministero della Difesa - Segretariato Generale della Difesa/DNA - I Reparto - 4° Ufficio, Via XX Settembre 123/a - 00187 Roma E-mail: r1u5s0@sgd.difesa.it
4) Oltre al Protocollo sulla Pesca della Liguria (DGR 1294, 2016), sono in corso tre Progetti BRIC di ricerca dell'INAIL sulla Pesca con le ASL di Venezia e Chioggia in Veneto, dell'Argentario in Toscana, e di Molfetta in Puglia.
5) Coordinamento delle Regioni, *Linee Guida per l'applicazione del DLgs 271/99 nel Comparto della Pesca* (112 pagine, Gennaio 2004).
6) Ministero dei Trasporti, Circolari del 18/07/2006 (Visita preventiva all'imbarco dei marittimi di 3 Categoria) e del 26/01/2009 (Legge del 30/12/2008 n. 205 - *"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 3 novembre 2008 n. 171, recante misure urgenti per il rilascio competitivo del settore agroalimentare"*) che, in particolare, sancisce che *"per il personale di bordo dei pescherecci la visita del medico competente di cui all'art. 23 del DLgs 271/99, sostituisce la visita medica biennale"*.
7) DPR 321/1956, DM 13/01/79, DPR 886/79 e infine art. 16 della L.24/03/12 sullo *"Sviluppo di risorse energetiche e minerali nazionali strategiche"* con la collegata norma UNI 12626 (2010), Buone Prassi validate (ISPRA, 2013).
8) Prefettura di Genova, *Piano di intervento per la messa in sicurezza in caso di rinvenimento o di sospetto di presenza di sorgenti orfane nel territorio della provincia di Genova* (versione 1.5, 10/08/2012).
9) https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/health-risks-and-prevention-practices-during-handling-fumigated/view
10) https://www.youtube.com/watch?v=48HHnYlfDVY.
11) Nel *Regolamento per la sicurezza portuale* della CP di Genova non è previsto alcun parere preventivo della ASL e il Nullaosta della CP viene inviato a quest'ultima, per conoscenza, solo dopo la sua emanazione.
12) Art. 2.1, *"Le norme del presente Decreto si applicano alle (…) operazioni di manutenzione, riparazione e trasformazione delle navi in ambito portuale"*. Art. 3.1 lettera a) DLgs 272/99: *"Operazioni di manutenzione, riparazione e trasformazione navale: qualsiasi operazione di manutenzione, riparazione e trasformazione effettuata su navi in armamento o in disarmo ormeggiate o ancorate in ambito portuale"*.
13) Il Regolamento allegato all'Ordinanza 65/2013 della CP di Palermo prevede il nulla osta anche per i lavori a caldo nei bacini di carenaggio.
14) Daniela BAIS, Paolo TOFFANIN, Alessandra TURCO, Matteo BOVENZI.
15) Giampiero LUCCHI (Emilia Romagna), Alessandro PIACQUADIO (Toscana), Stella LANZILLOTTA (Toscana), Alessandro GIOMARELLI (Toscana), Fabio BORTOLI (Veneto), Maria PRESTO (Lazio), Mauro PELLICCI (INAIL DiMeILa).

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 306-309
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Giovanni Civran

Salute e sicurezza sul lavoro in ambito portuale e governo dei processi sociali e di sviluppo economico

Area Sicurezza e Nucleo Ispettivo dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale, Porti di Trieste e Monfalcone, Gorizia

RIASSUNTO. Nel contributo si intende dimostrare il modo in cui alcuni aspetti che costituivano delle minacce alle precedenti e non più replicabili "regole" di equilibrio sociale ed economico della Comunità Portuale di Trieste, divenute causa di un'endemica emersione di denunce di malattie professionali, siano stati superati dall'Amministrazione dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale dal 2016 a oggi integrando la materia del lavoro portuale con i requisiti cogenti attinenti alla salute e sicurezza sui luoghi di lavoro e in particolare dell'ergonomia del lavoro. Attraverso il consolidamento delle sinergie con tutti gli interlocutori del Porto sono state condotte indagini on site e documentali, identificate le aree di maggiore debolezza di un sistema ormai in crisi. Quindi sono stati definiti e attuati regolamenti per la valorizzazione del Lavoro portuale, salvaguardia della dignità dei lavoratori messi al margine e sono state avviate misure tecniche per disinnescare il processo che avrebbe potuto portare a successive nuove manifestazioni delle patologie professionali già emerse. Tra le misure da attuare è previsto anche un ruolo centrale per i Medici del Lavoro ai quali sarà chiesto di collaborare per definire requisiti minimi comuni alla base di protocolli sanitari corrispondenti a mansioni portuali esposte a rischi simili per qualità e magnitudo.

Parole chiave: malattie professionali, porto, lavoro, dignità.

ABSTRACT. The paper aims to present the methodology applied by the Port System Authority of the Eastern Adriatic Sea from 2016 on to tackle aspects threatening the old and no-more replicable "rules" governing the Trieste Port Community social and economic equilibrium and which had generated an endemic reporting of occupational diseases. The methodology is based on the integration between port operation models and occupational health and safety requirements, in particular occupational ergonomics.
By consolidating synergies with all Port stakeholders, the Authority carried out document and on-site surveys which detected the most relevant weaknesses of the system, considered already outdated. Thus, the Authority defined and adopted regulations to promote Port workers' welfare and protect marginalized workers' dignity; furthermore, the Authority applied technical measures to stop the process which would have caused new cases of the same occupational diseases.
The Authority improvement action plan provides for a central role for occupational health physicians who will be asked to define shared minimum requirements to develop sanitary protocols for those port jobs exposed to similar risks in terms of quality and magnitude.

Key words: *occupational diseases, port, work, dignity.*

Trattazione

Quando all'interno di un sistema produttivo caratterizzato da una bassa permeabilità emergono numeri non casuali di malattie professionali, le cause-radice del fenomeno e le soluzioni tecniche e sociali da adottare vanno entrambe ricercate all'interno del Sistema stesso. E le 147 denunce di malattie professionali prevenute nel periodo 2010 - 2014 presso l'Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste (1) da Lavoratori operanti presso le Imprese del Porto hanno costituito qualcosa di più di un segnale d'allarme. Lo stato di emergenza che ne ha fatto seguito, deflagrato in maniera evidente tra il 2014 e 2015 con lo stato di crescente agitazione da parte dei Lavoratori portuali e delle rispettive Rappresentanze, ha consegnato nelle mani dei nuovi vertici dell'Autorità del Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale uno stato dichiarato di crisi, con riverberi significativi sul piano della sostenibilità sociale del Sistema Porto e sulle possibilità di ripresa e sviluppo futuro dei traffici (Tabella I).

Nel corso del contributo che segue verranno analizzati alcuni interventi strategici attuati dall'Amministrazione di AdSP MAO dal 2016 a oggi integrando la materia del lavoro portuale con i requisiti cogenti attinenti alla salute e sicurezza sui luoghi di lavoro. Si intende dimostrare il modo in cui alcuni aspetti che costituivano delle minacce alle precedenti e non più replicabili "regole" di equilibrio sociale ed economico della Comunità Portuale di Trieste, opportunamente gestiti, siano divenuti

– da un lato l'opportunità per mettere mano a misure di salvaguardia della salute e della dignità dei Lavoratori portuali
– dall'altro l'occasione per favorire il rilancio e la migliore regolazione del Lavoro portuale, considerato dall'attuale Amministrazione dell'Authority uno di quegli asset strategici che ha consentito oggi al tessuto imprenditoriale del Porto di Trieste di posizionare tale Scalo su soglie di visibilità internazionale e di fiducia del mercato mai verificatesi in precedenza.

1. Carichi di lavoro e sistemi al collasso

Quando presso il Porto si affronta il tema del lavoro è difficile trovare il proprio interlocutore impreparato sui temi

Tabella I

Addetti assunti nelle Imprese Portuali	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Imprese Terminaliste (art 18)	466	466	567	429	417	439	487	585	579	643	784
Imprese Operazioni Portuali (art 16)	572	562	566	603	635	695	666	509	348	340	300
Imprese Servizi Portuali (art 16)	275	275	289	245	247	257	304	299	279	354	288
Impresa Art 17 (manodopera Temporanea)	39	39	26	24	47	46	53	61	135	137	137
Totale lavoratori impiegati	**1352**	**1342**	**1448**	**1301**	**1346**	**1437**	**1510**	**1454**	**1341**	**1474**	**1509**
Totale ore lavorate (in migliaia)	2.290	2.374	2.300	1.288	1.671	1.484	1.696	1.301	1.268	2.324	n.d
Media pro-capite ore lavorate	1.694	1.769	1.588	990	1.241	1.033	1.123	895	946	1.577	n.d
Totale malattie professionali denunciate			17	30	31	32	37	19	26	31	19
Affezione dei dischi intervertebrali			12	18	18	15	18	8	17	13	12
Malattie dei tendini ed affezioni delle sinoviali, tendini			0	1	2	6	7	3	3	0	1
Affezioni dei muscoli, legamenti, aponeurosi e tessuti molli			1	3	2	0	1	2	0	0	1
Artrosi e affezioni correlate			4	8	9	11	11	6	6	15	5
Altro			0	0	0	0	0	0	0	3	0
Incidenza sul n° di lavoratori delle imprese Portuali			1,2%	2,3%	2,3%	2,2%	2,5%	1,3%	1,9%	2,1%	1,3%

dei "cottimi produttivi", delle "eccedenze", della remunerazione degli "extra soglia". Tradizionalmente infatti il sistema di incentivazione alla produttività in ambito portuale è stato basato sulla remunerazione di più voci costituenti le "capacità del lavoratore di essere efficiente per il sistema". Mentre la disponibilità a lavorare su più turni, la notte, nei giorni festivi e con condizioni meteorologiche anche non ottimali sono elementi oggetto di incentivo presso numerosi contesti produttivi, la disponibilità all'avviamento su qualunque turno con il minimo anticipo di chiamata e soprattutto la capacità di realizzare all'interno del proprio turno maggiori quantità di lavoro rispetto agli standard minimi attesi, costituiscono una specificità dell'ambito portuale, con simmetriche corrispondenze in pochi altri settori produttivi.

1.1 Flessibilità "totale" dei turni e degli avviamenti

Il principio alla base di questa "istanza datoriale" risiede nel fatto che se da un lato è noto con molte ore di anticipo l'orario di attracco presunto delle navi in banchina, dall'altro vi sono numerosi aspetti che possono condizionare l'ormeggio e l'effettivo avvio delle operazioni, condizionando anche sensibilmente i programmi di logistica insistenti sulle merci in attesa di essere sbarcate e imbarcate. In termini di ripercussioni sulle condizioni di lavoro e sullo stato di salute del lavoratore esposto a tale flessibilità vanno a concorrere altri fattori, cosiddetti "di composizione". In un sistema dove è accettato l'avviamento al lavoro anche con una programmazione minima e dove alla pianificazione dei carichi di lavoro concorrono anche le caratteristiche della nave, le condizioni meteo, il terminalista appaltante e i vettori multimodali, la possibilità che i turni di lavoro da 6 ore si allunghino fino a raddoppiare (o anche a triplicare…), i fattori di rischio organizzativo del lavoro e di stress lavoro - correlato assumono una magnitudo rilevante. Le conseguenze per la salute dei lavoratori osservate fino ad oggi sotto tale profilo risultano essere disfunzioni cardiocircolatorie, acuizione o emersione di altre patologie inizialmente solo latenti, accelerazione cardiaca, perdita della concentrazione.

1.2 Cottimi produttivi

Alla base di talune operazioni portuali vi sono delle evidenti criticità nella determinazione del giusto prezzo da corrispondere per le attività affidate. Tali criticità sono maggiormente caratterizzanti le mansioni svolte presso i terminal di cosiddette "merci varie" essendo in tali casi la qualità dello stivaggio, le conseguenze sul carico delle pregresse condizioni di navigazione, le caratteristiche di fardaggio delle merci solo alcune delle variabili in grado di condizionare anche sensibilmente il dimensionamento del servizio da rendere al cliente e la determinazione dei tempi di lavorazione attesi per "completare la nave".

Nei segmenti di ciclo e nei cicli di operazioni portuali caratterizzati invece da maggiore standardizzazione dei processi sono sempre risultati meglio determinabili i parametri di efficienza produttiva. A titolo di esempio, rientrano in tali procedimenti:

- il rizzaggio/derizzaggio con tornichetti e catene dei mezzi rotabili all'interno dei traghetti nei Terminal RO-RO,
- il rizzaggio/derizzaggio dei contenitori su navi porta container a mezzo di apposite aste,
- la svuotatura in linea di bancalizzazione dei sacchi da 60 o 70 kg di caffè stipati nei container,

dove la definizione oraria o "ad avviamento" del numero di "pezzi fatti" è facilmente valutabile e, una volta fissati i carichi di produzione attesa, sono automaticamente definite le soglie di produzione oltre le quali subentra l'applicazione dell'incentivo.

Come si intuisce dalla sola lettura dell'elenco sopra riportato, tutti questi processi di lavoro:

- sono caratterizzati da bassi livelli meccanizzazione e da un elevato contributo muscolare e dei distretti vertebrali e osteoarticolari dei Lavoratori;
- non prevedono il possesso di alcuna professionalità specifica, né sottendono all'acquisizione di qualifiche cogenti,
- forniscono quale unico stimolo al Lavoratore quello di spingere sé stesso verso soglie di produttività sempre più elevate, poiché
  a. la maggiore remunerazione salariale viene goduta nell'immediato fine mese, mentre
  b. gli effetti delle eccedenze dei carichi di lavoro, proprio in quanto riconducenti all'emersione di malattie professionali, tendono a svilupparsi solo con l'aumentare dell'età anagrafica e comunque dopo anni di esposizione al rischio specifico.

Le conseguenze derivanti dalla sistematica applicazione presso il Porto di Trieste dei cottimi produttivi a svariate mansioni operative sono state l'emersione di numerosi casi di malattie professionali e la messa in luce dei principali punti di debolezza del sistema tradizionale di organizzazione dei carichi di lavoro attinenti alle mansioni più usuranti:

– il rapido invecchiamento fisico della popolazione dei Lavoratori portuali coinvolti nei processi a rischio e un restringimento temporale della finestra costituente "la piena efficienza produttiva collegata a elevata qualità della vita del Lavoratore",
– il crescente livello di "segregazione occupazionale", poiché chi svolge tale mansioni non è tenuto ad aggiornare competenze specifiche in relazione a nuove tecnologie e attrezzature di lavoro, determinando per il proprio futuro scarse opportunità di ricollocamento o di conversione professionale,
– l'accelerazione costante nel turnover occupazionale: sui giovani lavoratori, chiamati a sostituire le maestranze già indebolite da invalidità permanente o inabilità temporanea alla mansione, ricadono da subito i maggiori carichi produttivi, rendendo ulteriormente repentina l'emersione di nuovi casi di patologie professionali e invalidità.

Inoltre si può aggiungere che tutto questo sistema aveva trovato il proprio punto di equilibrio grazie a fattori esogeni determinanti, ovvero una domanda del mercato per tanti anni costante o in crescita, una bassa consapevolezza sociale sui temi della salute e sicurezza sul lavoro, un'età media di pensionamento molto più generosa di quella attuale che portava a dopo la quiescenza l'emersione delle patologie riconducibili alle mansioni svolte.

2. Smascherare il sistema, riconoscerne i limiti, diffondere consapevolezza

AdSP MAO e ASUITS hanno collaborato attivamente sin da subito per comprendere e fare emergere i limiti alla base del sistema che da solo era arrivato a uno stato di crisi e vi sono riusciti attraverso i seguenti interventi attuati in modo congiunto:

– indagini mirate sull'applicazione del CCNL Porti presso le varie imprese di servizi e di operazioni portuali e verifica della congruità tra il livello salariale corrisposto e le effettive mansioni svolte,
– analisi sistematica dei documenti di valutazione di rischi aziendali, con particolare focalizzazione sulle valutazione dei rischi ergonomici (microclima, movimentazione manuale dei carichi, posture incongrue, movimenti ripetute…),
– valutazione del patrimonio aziendale delle qualifiche professionali conseguite dai Lavoratori e del livello di formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro,
– audit sul campo svolti da parte di ASUITS e l'Area Sicurezza di AdSP MAO per accertare la congruità e la corrispondenza tra quanto dichiarato nelle procedure e documentazioni della sicurezza con l'effettivo svolgimento delle attività assegnate ai Lavoratori.

Il quadro complessivo che ne è emerso è stato il seguente:

1. innanzitutto si palesato un Porto che sotto i profili di indagine sopra menzionati viaggiava a due velocità: alcune imprese negli anni di maggiore benessere avevano investito parte delle risorse accumulate nella ristrutturazione dell'organizzazione aziendale, nella formazione dei lavoratori, nel rinnovo delle attrezzature e degli ambienti di lavoro, mentre altre realtà imprenditoriali avevano addirittura accentuato la propria vocazione padronale, restringendo la governance dei processi al solo Titolare e a qualche "consigliere fidato" avente ruoli operativi di banchina, riducendo il proprio organico alla sola forza lavoro da spendere nella resa del servizio offerto, azzerando le risorse dedicate a tutti i processi di supporto.
2. I Documenti di Valutazione del Rischio risultavano intesi come il luogo in cui depositare e fare certificare al Medico Competente e al RLS la sostenibilità delle cifre costituenti quelle soglie limite dei carichi di lavoro oggetto di contratto di prestazione con Clienti e Lavoratori. Tali soglie risultavano determinate con metodi di calcolo anche ragionevoli (ISO 11228-1:2003 Tabella 1), ma i parametri utilizzati per la compilazione delle schede di valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi erano spesso evidentemente "condizionati" dalla necessità di rappresentare una condizione di lavoro nettamente diversa dalla realtà, spesso allo scopo di dimostrare l'accettabilità sanitaria dei carichi di lavoro imposti.
3. Si accertava un basso contenuto di tecnologia e di meccanizzazione dei processi.
4. La formazione in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro veniva erogata in maniera discontinua, realizzata spesso nei giorni festivi o fuori dall'orario di lavoro con i costi della formazione di fatto sostenuti dal Lavoratore e non dal Datore di Lavoro.
5. Si evidenziava una determinazione fittizia delle buste paga. Dall'analisi di centinaia di documenti visionati emergeva che il metodo reale di determinazione del salario da corrispondere a fine mese fosse in molti casi basato esclusivamente sulle rese produttive, impiegando - di fatto - metodi di remunerazione in vigore durante la prima metà del Novecento e mascherando il tutto con l'artificiosa compilazione dei cedolini. Non sono mancate evidenze di buste paga dove in corrispondenza dell'assenza di avviamenti durante il mese esaminato, causa malattia o inabilità temporanea del Lavoratore o normale "calo della domanda", la cifra corrisposta fosse inferiore ai 200 € per Lavoratori pure assunti a tempo indeterminato presso Società di capitali o Cooperative.
6. Sono stati intervistati Lavoratori il cui stato di salute era completamente compromesso, oltre il limite di ammissibilità all'avviamento, ma per i quali nessuna delle funzioni aziendali della sicurezza si era mossa in maniera efficace e sistematica: non erano stati attivati gli ammortizzatori sociali tradizionali, non era stato possibile trovare altre opportunità di impiego in azienda, e la sopravvivenza sociale di queste Persone era collegata a raccolte di fondi di solidarietà da parte dei propri Colleghi o a dazioni "una tantum" da parte dei Datori di Lavoro, per sedare eventuali prodromi di contestazione interna.

3. Le misure della svolta: Ergonomia del lavoro e il Piano dell'Organico del Porto

Alla luce delle evidenze raccolte, AdSP MAO e ASUITS hanno agito congiuntamente anche nella elaborazione delle soluzioni alla crisi. Queste hanno previsto essenzialmente due misure sinergiche: l'adozione del Piano dell'Organico del Porto, come previsto dal D.Lgs. 232/2017 correttivo della L. 84/1994 e del relativo Regolamento attuativo e la promozione di interventi mirati in materia di ergonomia del lavoro.

3.1 Il Piano dell'Organico del Porto

Il Piano Organico del Porto, approvato con Decreto AdSP MAO n° 1566 del 10/01/2019 è stato reso immediatamente operativo. Tale strumento di pianificazione del lavoro e dello sviluppo del Porto di Trieste è funzionale ad attuare congiuntamente due azioni:

– determinare la capability produttiva di tutte le imprese di servizi e operazioni portuali, compresi i terminalisti e l'azienda erogatrice della manodopera autorizzata in base all'Art. 15 Co. 5 della L. 84/1994, creando un'anagrafica dei lavoratori portuali e un database delle dotazioni strumentali e dei mezzi d'opera in disponibilità delle imprese;
– individuare le modalità di identificazione dei lavoratori da considerarsi in "esubero" per effetto di processi di riorganizzazione o ristrutturazione aziendale ovvero per inidoneità alla propria mansione nonché l'individuazione delle misure di rimborso delle spese formative e di sostegno delle diverse attività di ricollocazione del personale. In particolare, lo stesso Decreto chiarisce le modalità e le procedure ai fini di:
  a. sostenere l'eventuale accompagnamento al trattamento pensionistico ordinario (ove applicabile),
  b. riqualificare il personale delle imprese portuali,
  c. riallocare i lavoratori in avanzato stato di età o con prescrizioni sanitarie o invalidità parziali insorte nel corso del loro percorso lavorativo in mansioni più consone al loro stato di salute e compatibili con le abilità residue (2).

3.2 Interventi in materia di Ergonomia del lavoro in ambito portuale

Sotto tale profilo l'impegno di ASUITS e dell'Area Sicurezza di AdSP MAO sono stati quelli di:

– promuovere, realizzare e organizzare interventi di formazione in materia di ergonomia sul lavoro per tutte le maestranze operanti in Porto, parametrando in modo specifico tali interventi in funzione del ruolo aziendale ricoperto dai Lavoratori iscritti alle varie sessioni,
– avviare un processo di mappatura analitica di tutte le mansioni del Porto di Trieste, sulla base del modello elaborato dal Repertorio Nazionale delle Figure Professionali. A seguito di tale intervento, in larga misura già completato, si sta procedendo con le misure che ne conseguono:
  a. ricognizione sistematica della qualità e magnitudo dei rischi ergonomici corrispondenti alle singole mansioni coinvolgendo in primo luogo i Medici del Lavoro delle imprese Portuali, creando allo scopo un tavolo di lavoro dedicato;
  b. elaborazione di una serie di modelli "validi" per la valutazione dei rischi ergonomici tali da considerare in modo integrato tutti gli aspetti che concorrono alla definizione di tale macro disciplina: organizzazione del lavoro (turni, orari, programmazione dei carichi di lavoro, attrezzature, ambienti di lavoro), microclima, posture obbligate, oltreché la movimentazione manuale dei carichi, le vibrazioni e i movimenti ripetuti;
  c. affiancamento delle imprese portuali nell'individuazione dei fattori di miglioramento perseguibili e fornitura di supporto tecnico nella predisposizione di progetti di miglioramento dell'ergonomia sul lavoro da sottoporre a istanza di finanziamento presso l'INAIL.

Bibliografia

1) Santarpia L, Toffanin P I rischi derivanti dalla movimentazione manuale dei carichi nei punti franchi del Porto di Trieste. Monografia A.S.U.I.Ts - S.C.P.S.A.L., Trieste 2017.
2) Piano dell'Organico del Porto dei Lavoratori delle Imprese di cui agli articoli 16, 17 e 18 della Legge 84/1994 e s.m.i.

Corrispondenza: *Dr. Giovanni Civran, Area Sicurezza e Nucleo Ispettivo dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale, Porti di Trieste e Monfalcone, Piazza Cavour 7, 34170 Gorizia, Italy, Tel. 3493204817, E-mail: gcivran@porto.trieste.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 310-315
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Gianpiero Mancini, Giampiero Lucchi, Elio Elia, Sandra Olanda, Francesco Martinini, Mauro Rossetto, Raffaella Angelini[1]

L'organizzazione della prevenzione nel porto di Ravenna

Dipartimento di Sanità Pubblica, Unità Operativa Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro Ravenna, Azienda USL della Romagna
[1] Dipartimento di Sanità Pubblica, Azienda USL della Romagna

RIASSUNTO. Il lavoro portuale presenta fattori di rischio peculiari in rapporto al tipo di lavorazioni che in esso si svolgono e alla particolare organizzazione con cui viene gestito. Il porto di Ravenna è un grande porto commerciale ed ha una conformazione a porto canale.
***Obiettivi.* Il presente lavoro si prefigge di illustrare gli interventi di prevenzione sul lavoro condotti dall'Azienda USL della Romagna presso il porto di Ravenna.**
***Metodi.* La metodologia di ricerca e presentazione degli interventi di prevenzione si ispira ai criteri della prevenzione basata sulle evidenze.**
***Risultati.* Tra tutte le attività svolte è presentata una rassegna di quelle che associano azioni di controllo ad azioni di promozione del cambiamento, rapportandosi al tempo stesso con gli altri Organi di regolamentazione e controllo che operano nel porto: il protocollo per la pianificazione degli interventi per il miglioramento della sicurezza nel porto di Ravenna; la valutazione del rischio da movimenti della nave a causa del moto ondoso durante operazioni di carico-scarico merci; modalità innovative di effettuazione della vigilanza; interventi di promozione e controllo sulla valutazione e gestione del rischio silice; la vigilanza nelle stive come ambienti con scarsa ventilazione e con pericolo di inquinamento; il piano specifico di sicurezza.**
***Conclusioni.* Il modello di prevenzione presentato in questa rassegna, associando azioni di controllo a frequenti momenti di confronto con gli interlocutori aziendali ed alla definizione condivisa e diffusione di strumenti per la valutazione e gestione del rischio, è apparso come uno di quelli maggiormente in grado di garantire nel tempo la tenuta delle misure di prevenzione e protezione adottate per la salute e sicurezza dei lavoratori portuali.**

Parole chiave: metodologia di intervento, lavorazioni potuali, efficacia sul campo, valutazione del rischio, gestione del rischio.

ABSTRACT. The organisation of prevention among Ravenna's seaport. The port work presents specific risk factors in relation to the types of production which take place in it, and to the specific organisation it is managed by. The port of Ravenna is a big commercial one and it has a canal-port structure.
Objectives. ***This work is intended to illustrate the interventions of prevention led by AUSL Romagna within the port.***
Methods. ***The methodology of research and presentation of the interventions is inspired to the criteria of prevention based on evidence.***
Results. ***Among all the activities conducted, those that associate actions of control with actions of promotion of change are presented: the procedure of planning the interventions for the enhancement of safety in the port of Ravenna; the assessment***

Introduzione

Le lavorazioni che avvengono in ambito portuale sono caratterizzate da un elevato grado di pericolosità (1), a causa di vari fattori quali: la particolarità degli ambienti in cui si svolgono, spesso luoghi chiusi ed angusti o stive profonde con merce sfusa (2), la pluralità di imprese contemporaneamente operanti nei medesimi spazi; l'elevata presenza di attrezzature per la movimentazione di merci e persone; le peculiari modalità di lavoro e le specifiche tecnologie impiegate; la tipologia e la quantità di materiali presenti (3,4); la presenza di aree non sempre specializzate all'imbarco/sbarco di merci specifiche, con conseguente maggiore complessità nell'organizzazione del lavoro. Da ultimo, ma non sempre per importanza, occorre non trascurare il rischio percepito nella popolazione, in particolare riguardo al potenziale inquinamento delle aree antropizzate limitrofe alle lavorazioni portuali.

Il Porto di Ravenna rappresenta l'unico porto commerciale dell'Emilia-Romagna. In virtù della sua strategica posizione geografica, il Porto di Ravenna si caratterizza come leader in Italia per gli scambi commerciali con i mercati del Mediterraneo orientale e del Mar Nero. È un porto canale che si estende per 14 km. È leader italiano per la movimentazione di cereali, sfarinati e fertilizzanti; è anche un importante scalo commerciale per le merci varie e i container. Vi operano 22 imprese portuali, imprese di servizio tecnico-nautico, imprese autorizzate all'esercizio di servizi portuali per terzi e imprese di fornitura di lavoro portuale temporaneo.

Metodi

Di fronte alla pericolosità delle lavorazioni portuali, alla loro contemporanea presenza, ai ritmi di lavoro e alle tempistiche spesso dettate dalla esigenze commerciali (vincoli temporali riguardo alla permanenza di navi ormeggiate in banchina, tempistiche di orario nella ripartenza di traghetti, ecc.) è quanto mai necessario studiare ed applicare modalità di intervento che, secondo la metodologia della *"evidence based prevention"* (5), garantiscano, quantomeno in termini di efficacia in base ad un'accurata analisi logica preliminare, un sistema di prevenzione e controllo

of the risk linked to the movements of the ships, because of the undulation during the operations of loading and unloading; the innovative ways of surveillance; the interventions of promotion and control on of the asssessment and management of silica risk; the surveillance in the cargo holds, as places with scarce ventilation and danger of contamination; the specific plan for safety.

Conclusions. ***As it correlates actions of control and frequent moments of discussion with the spokesmen of the factories, and the shared definition and diffusion of the tools for the assessment of risk, the model of prevention presented in this review proves to be one of the most apt to guarantee the endurance of the measures of prevention and protection adopted, aiming at the health and safety of the workers in the port.***

Key words: *methodology of intervention, port works, effectiveness, risk assessment, risk management.*

adeguato nel contrastare i fattori di pericolo per la salute e per la sicurezza dei lavoratori portuali, anche dal punto di vista della tenuta nel tempo delle misure di prevenzione e di sicurezza adottate. Da questo punto di vista si dimostrano efficaci strategie di intervento *"multicomponent"* (6), che associno cioè attività di controllo sull'adozione delle misure di sicurezza da parte delle imprese con attività di promozione del cambiamento, all'interno di queste, delle modalità lavorative adottate in alcune situazioni complesse e rischiose, arricchendo e qualificando gli strumenti a disposizione per la valutazione e gestione del rischio.

Un altro fattore che deve essere tenuto in attenta considerazione nella metodologia di intervento è rappresentato dalla pluralità di enti coinvolti nella vigilanza e nella regolamentazione del porto e della sua sicurezza: oltre all'Azienda USL e alla Ispettorato Territoriale del Lavoro, trovano specifica competenza l'Autorità di Sistema Portuale, Autorità Marittima e UNMIG. Sono attivi anche i Vigili del Fuoco, e le diverse Forze dell'Ordine quali la Polizia (in particolare quella di frontiera) e i Carabinieri (anche con nuclei speciali). Con queste Istituzioni vanno costantemente ricercate sinergie d'intervento.

Risultati

Di seguito viene presentata una rassegna delle principali attività di intervento preventivo messe in atto nel porto di Ravenna dal Dipartimento di Sanità Pubblica (Unità Operativa Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro-UOPSAL) dell'Azienda USL della Romagna, alcune delle quali in collaborazione con Autorità di Sistema Portuale (AdSP), Autorità Marittima (AM), INAIL, nonché, per quanto riguarda le azioni di promozione del cambiamento, anche con l'apporto diretto del sistema di prevenzione delle imprese stesse.

Protocollo per il porto - RLS di sito

Nel dicembre del 2007, quindi anticipatamente al DLgs 81/08, è stato siglato il "Protocollo per la pianificazione degli interventi per il miglioramento della sicurezza nel porto di Ravenna" (7), promosso dalla locale Prefettura e sottoscritto da parte di Autorità di Sistema Portuale, Autorità Marittima, Azienda USL, Regione Emilia-Romagna, Ispettorato del lavoro, INAIL, Vigili del Fuoco, ARPA, Associazioni sindacali e datoriali. Ciascuna di queste istituzioni o Associazione ha preso impegni specifici, *ultra legem* o a maggior specificazione operativa di obblighi di legge o doveri e compiti d'ufficio. Quelli presi dagli organi di controllo (come la AUSL) sono orientati fondamentalmente ad un'azione di facilitazione dei processi di prevenzione sul lavoro nel porto di Ravenna, anche attraverso la creazione (il più possibile partecipata) e la diffusione di strumenti di valutazione e gestione del rischio. Tuttavia l'aspetto più innovativo (anche perché antesignano del DLgs 81/08) è l'istituzione della figura dei Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza di Sito (RLS-S), presenti in numero di 3 unità per il porto di Ravenna (che ovviamente si aggiungono agli RLS di ogni singola impresa) e, soprattutto, la definizione di meccanismi operativi alla base dello svolgimento della loro funzione, non formali bensì concreti e pragmatici, improntati fondamentalmente su due capisaldi: a) la processazione "intelligente" delle segnalazioni provenienti da lavoratori o gruppi di essi, secondo criteri di priorità definiti e sempre più adeguati dal progressivo accrescersi dell'esperienza, della competenza e del rapporto fiduciario tra RLS-S e lavoratori stessi; b) l'accesso "regolamentato" ai terminal portuali e alle loro lavorazioni, al fine di formulare proposte migliorative da attuarsi in tempistiche congrue e condivise. Dal periodo di prima applicazione del Protocollo fino ai nostri giorni si è assistito in un primo tempo ad un aumento del numero di segnalazioni agli RLS-S, rispetto alle quali l'azione di filtro, per valutarne l'appropriatezza e per definire priorità di risposta, risultava massiccia; successivamente, come rappresentato direttamente dai tre RLS-S in un recente corso di formazione organizzato dall'Azienda USL e rivolto alle imprese portuali, si è assistito ad un aumento percentuale delle segnalazioni appropriate sul totale di quelle pervenute, accompagnate dalla presa d'atto della risoluzione di problematiche interne alle imprese stesse per effetto delle azioni di prevenzione promosse dal costante rapporto interlocutorio (basato spesso su sopralluoghi congiunti) tra imprese e RLS di sito, nonché, quando necessario, con l'intervento professionale dei professionisti dell'UOPSAL dell'AUSL, dell'AdSP e dell'AM. Nell'insieme, questo sistema comunicativo e di scambio tecnico-professionale, si presenta come uno dei più riusciti esempi di applicazione efficace della consultazione e partecipazione dei Rappresentanti dei Lavoratori per la sicurezza del lavoro nelle imprese di un sito industriale.

La valutazione del rischio da movimenti della nave a causa del moto ondoso durante operazioni di carico-scarico merci

È stato redatto un documento sulla problematica, condiviso con autorità Portuale e con il coordinamento dei Responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione (RSPP) delle imprese che operano nei terminal portuali nonché con gli RLS-S. Viene affermato che nel documento di valutazione dei rischi, il datore di lavoro deve considerare anche il rischio particolare, presente nel porto di Ravenna per via della sua particolare conformazione, dovuto all'ondeggia-

mento dell'acqua che può essere provocato dal passaggio delle navi lungo il porto canale e che si può ripercuotere negativamente sulla sicurezza dei lavoratori presenti in stiva, nelle navi ormeggiate lungo le banchine, per effettuare operazioni di carico o scarico. Si pensi, ad esempio, ad una squadra di lavoratori portuali che opera all'interno di stive dove sono presenti *coils*, ossia bobine di forma cilindrica di lamiera arrotolata su se stessa del peso di diverse tonnellate. Il problema non è di semplice soluzione anche perché molte sono le figure potenzialmente interessate (tutti i terminalisti gestiscono banchine con specchi d'acqua prospicienti il canale) e diverse sono le Autorità coinvolte (Capitaneria, AUSL, AdSP, Piloti di Porto). Infatti, se da un lato occorre, come informazione in ingresso necessaria alla valutazione del rischio, un sistema idoneo ad informare preventivamente i lavoratori che sono in stiva affinché possano temporaneamente sospendere le operazioni (o adottare sistemi di pari efficacia), dall'altro non è di immediata definizione il soggetto che, effettivamente, possa svolgere tale compito. Ad esempio si ritiene che il gruista che effettua i sollevamenti dei carichi in stiva, abbia una posizione privilegiata e sia in grado di avvisare, tramite microfono e impianto di amplificazione, la squadra di lavoratori; tuttavia, al tempo stesso, è indiscutibile che l'attenzione del gruista non deve essere sviata dal suo principale e delicato compito, ossia quello di effettuare lo sbarco o l'imbarco di merci secondo le procedure di sicurezza aziendali, coordinandosi strettamente con i lavoratori presenti in stiva ed in banchina. Lo stesso dicasi per i Piloti del porto che, in teoria, potrebbero avvisare con canale radio VHF operatori del terminalista (impresa del porto che ha la responsabilità del carico-scarico merci) che sta per essere interessato dal passaggio di nave nello specchio d'acqua ad esso prospiciente, ma anche per loro "vige la regola" che non devono essere impegnati in compiti che possano distrarli dal loro mandato, che è quello di condurre attraverso il porto le navi secondo particolari criteri e metodi stabiliti dal Codice della navigazione, dall'Autorità Marittima e dalla specifica regola professionale. Rimangono altre soluzioni, come quella di istituire un apposito servizio di Avvisatore marittimo che, attraverso i sistemi di rilevazione GPS dei quali sono dotati tutte le navi, possano avvisare in tempo utile i terminalisti del passaggio di imbarcazioni affinché si possano adottare tutti i sistemi di prevenzione del caso.

Modalità innovative di effettuazione della vigilanza

Frequenti rilievi ed esperienze sul campo da parte dei Servizi Pubblici di prevenzione, nonché revisioni della letteratura (8) dimostrano che non sempre sono solide le evidenze dell'efficacia di un intervento di vigilanza e controllo condotto dal servizio Pubblico in un'azienda (sulla verifica della presenza delle misure di prevenzione e protezione) in termini di riduzione degli infortuni. Spesso l'intervento ispettivo produce un effetto immediato (anche per il rilascio di verbale di prescrizione), che tuttavia tende a perdere la sua efficacia con il passare del tempo, per la mancata "tenuta" delle misure di prevenzione adottate o fatte adottare. Questo può certamente dipendere anche dall'obiettivo che ci si prefigge con l'intervento di prevenzione, ovvero se questo sia indirizzato alla sola verifica di requisiti o gruppi di requisiti oppure di natura più "globale" e avente come scopo quello di portare ad un miglioramento del sistema di prevenzione aziendale. Tuttavia "il taglio" (controllo di requisiti o di sistema) dato agli interventi di prevenzione non è l'unico fattore in grado di determinare il grado di tenuta nel tempo delle misure di prevenzione e protezione adottate, essendo comunque necessario verificare l'efficacia sul campo del sistema di prevenzione aziendale, ossia la effettiva traduzione operativa, nelle più svariate situazioni produttive quali quelle che si possono realizzare nelle complesse lavorazioni portuali, delle specifiche misure di prevenzione e di tutela della salute del lavoratore, cioè quelle più idonee in una determinata situazione. Sulla base di questo assunto, si è pertanto deciso di implementare, nel porto di Ravenna, un modello di vigilanza che associasse ai tradizionali interventi di controllo, come ad esempio quelli relativi alla verifica delle complessive condizioni di salute e sicurezza delle operazioni di carico-scarico merci (compresa la valutazione dei rischi della specifica operazione di imbarco o sbarco), modalità di vigilanza con mandati di verifica molto puntuali, quindi circoscritti alle situazioni che possono creare maggior pericolo o rischio e che, per tale motivo, potessero consentire di visitare più terminal e più operazioni nella stessa giornata. I tangibili risultati di tale modalità operativa sono molteplici:

– *monitoraggio della tenuta nel tempo delle misure di prevenzione adottate rispetto a situazioni di maggior pericolo per la salute e la sicurezza o causa di infortuni sul lavoro più frequenti*. La strutturazione e sperimentazione (in corso) di un sistema di valutazione del permanere delle situazioni virtuose adottate (e fatte adottare) da parte delle aziende del porto potrà costituire la base per la valutazione della *effectiveness* di un tale modello di vigilanza e controllo, esportabile in situazioni analoghe;
– *presenza più assidua e più continuativa all'interno dei confini delle aziende del porto*, con indubbi effetti sia sul miglioramento della percezione di lavoratori e loro rappresentanti della presa in carico della sicurezza da parte del servizio pubblico, sia sulla possibilità, per quest'ultimo, di confrontarsi più frequentemente, anche al di fuori dell'ambito prescrittivo e sanzionatorio, con le figure aziendali della prevenzione (responsabili e addetti al servizio di prevenzione e protezione, dirigenti delegati, preposti, medici competenti) su specifiche situazioni di rischio e sulle soluzioni adottate per assicurarne la eliminazione o quanto meno la mitigazione. Durante questi incontri "in campo" è anche possibile ricercare le effettive applicazioni pratiche di quanto emerso in corsi di formazione o incontri tematici tenuti dal Servizio dell'Azienda USL o promossi da imprese, lavoratori o loro associazioni. È poi possibile, senza entrare nel merito di ragionamenti troppo raffinati, che tale più assidua presenza possa anche rappresentare un fattore deterrente rispetto a modalità pericolose di effettuazione del lavoro dettate dalle più svariate cause, tra le più comuni la stretta tempistica a volte richiesta o ricercata.

Interventi di promozione e controllo sulla valutazione e gestione del rischio silice

Nel porto di Ravenna, come in altri porti vengono movimentate alcune tipologie di merci sfuse contenenti silice libera cristallina (SLC) considerata come cancerogeno accertato per l'uomo (IARC monografie 68 del 1997 e 100C del 2010; direttiva 2019/130/UE). La tipologia di movimentazione e di deposito di certe tipologie di rinfuse (ad esempio sabbia, caolino, feldspato, clinker etc.) può determinare una dispersione di polveri contenenti SLC non solo nelle aree ove tali attività si compiono, ma anche in quelle limitrofe, condizionata non soltanto dalle modalità operative, ma anche dalle variazioni climatiche.

L'UOPSAL dell'AUSL della Romagna-Ravenna, nell'ultimo decennio, ha intrapreso un percorso, tuttora in corso, per l'individuazione di strumenti agili e precisi per la valutazione del problema e per la predisposizione delle soluzioni al fine di garantire l'adozione di uno standard di igiene accettabile nelle lavorazioni portuali che comportano il rischio di esposizione a SLC. Si è deciso di dare la priorità alla messa a punto di una *check list* che rendesse possibile un'indagine conoscitiva e un miglioramento relativamente alla valutazione del rischio silice nelle lavorazioni portuali.

Il modello che è stato predisposto prevede una serie di domande per l'acquisizione di informazioni relative a: A) caratterizzazione dell'impresa e delle attività con potenziale esposizione; B) quantificazione degli esposti con caratterizzazione in funzione della mansione svolta, dell'appartenenza ad imprese portuali o a ditte appaltatrici; C) dichiarazione del datore di lavoro relativamente alle mansioni e modalità operative, alle merci sfuse movimentate con indicazioni di quelle con contenuto in SLC, alle misure tecniche organizzative e procedurali predisposte per il contenimento dell'esposizione; D) risultanze della valutazione del rischio; E) contenuti e risultanze della sorveglianza sanitaria; F) informazione e formazione specifica dei lavoratori.

Al fine di garantire attendibilità nella raccolta e nell' utilizzo dei dati, è stato scelta la modalità della somministrazione effettuata da parte di un operatore UOPSAL, con gli indubbi vantaggi di consentire l'esemplificazione e la risposta ai quesiti. L'impostazione della *check-list* è stata studiata con il duplice intento di poter rappresentare uno strumento ispettivo per la verifica da parte degli operatori UOPSAL ma anche uno strumento fruibile alle aziende portuali per verificare la corretta valutazione del rischio. È stato previsto un periodo di sperimentazione articolato in due fasi: nella prima, di tipo formativo, è stata presentata la check-list con simulazione di utilizzo, come project work e successiva discussione in aula, derivandone un consenso condiviso relativamente all'appropriatezza dei contenuti; la seconda, di applicazione sul campo, in doppio utilizzo da parte delle imprese portuali che hanno aderito al percorso e da parte di operatori UOPSAL. Tale modalità ha permesso non solo di verificare l'obbligo di valutazione del rischio da parte del datore di lavoro, ma anche di identificare, nelle singole aziende considerate, le fasi lavorative o le mansioni su cui verificare, potenziare o programmare le misure di prevenzione e protezione individuale e collettiva. Successivamente è stato promosso, da parte dell'Azienda USL, un evento seminariale/formativo per la diffusione dei risultati a tutte le imprese portuali e alle rappresentanze dei lavoratori.

Negli anni successivi nell'ambito delle esperienze applicative della *chek list* condotte, si è ottenuta una sostanziale prosecuzione, da parte delle aziende in precedenza coinvolte nella fase formativa, nel considerare utile ed utilizzare lo strumento proposto. Nel 2016, con la collaborazione di Confindustria, è stato promosso un incontro con le parti datoriali delle imprese portuali come rinforzo sulla metodologia del processo di valutazione condiviso e per la promozione del programma di sorveglianza sanitario indicato nelle linee guida del NIS (Network italiano silice).

Come è noto la Direttiva (UE) 2019/130 del 16 gennaio 2019, una volta recepita, entro il 20 febbraio 2021, introdurrà importanti modifiche al Titolo IX Capo II (protezione da agenti cancerogeni e mutageni) e all'allegato XLIII (valori limite di esposizione professionale) del D.Lgs.81/2008 anche per quanto riguarda la SLC. L'UOPSAL, Azienda USL della Romagna, ritenendo da subito raccomandabile l'adeguamento programmatico dei sistemi di gestione SSL e del Documento di Valutazione dei Rischi per la piena attuazione dei cambiamenti normativi, ha in programma un nuovo confronto con le aziende e le parti sociali a cui seguirà una nuova fase di monitoraggio delle azioni intraprese. Maggiori dettagli sull'intervento e sugli esiti delle misurazioni effettuate sulla silice libera cristallina sono consultabili in specifica pubblicazione (9).

La vigilanza nelle stive come ambienti con scarsa ventilazione e con pericolo di inquinamento

Le stive sono ambienti potenzialmente chiusi e angusti in cui si riscontra spesso una scarsa consapevolezza delle persone coinvolte sui pericoli potenzialmente presenti e spesso insufficienti procedure di prevenzione. Dal punto di vista normativo, gli art. 66 e 121 del Dlgs 81/08 e poi il DPR 177/11, in cui si evidenzia il divieto di ingresso e l'applicazione di idonee misure preventive per poter consentire l'accesso al personale operante in luoghi confinati, vedono l'inapplicabilità all'interno di una stiva, causa la risposta della Commissione Consultiva Permanente a specifico interpello (n. 10/2015). Pur tuttavia, l'ambito delle attività portuali vede l'applicazione del Dlgs 272/99 attraverso una serie di rimandi puntuali alle lavorazioni svolte in locali chiusi o con presenza di inquinamento, comprese le stesse stive. Viene evidenziata la definizione di "locali chiusi e angusti", intesi come aree di lavoro in cui vi è la presenza di condizioni sfavorevoli e come ambienti in cui il pericolo risulta grave, data la probabile presenza di sostanze e di condizioni pericolose come la carenza di ossigeno. Questi rischi devono essere attentamente valutati con metodologie efficaci, che tengano conto delle specifiche situazioni (dipendenti dalla merce, dalle condizioni microclimatiche, dalla conformazione delle stive, delle procedure di sbarco, ecc.), e gestiti con procedure e formazione adeguate e con le specifiche tecnologie messe a disposizione dal mercato. Il problema è stato ritenuto così rilevante da far scaturire un susseguirsi di attività implementate all'interno del Porto di Ravenna, da parte di Azienda USL, Autorità di sistema Portuale, Capitaneria di Porto, al fine

di garantire una sicurezza maggiore per l'accesso e la permanenza dei lavoratori portuali nelle stive. Attraverso l'ordinanza dell'Autorità di sistema Portuale n. 01/08, vengono date indicazioni, per garantire adeguate misure di sicurezza, per le operazioni in stiva con presenza di carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici. Vengono così definiti i concetti di agibilità di una stiva riguardo alle possibili situazioni di rischio (trattamenti disinfettanti delle merci trasportate, diminuzione dell'ossigeno atmosferico dovuto a fenomeni fermentativi, anidride carbonica e presenza di atmosfere esplosive). L'ordinanza assoggetta le imprese autorizzate all'esercizio delle operazioni portuali a una disciplina dettagliata, definendo gli obblighi stringenti del datore sulla conoscenza delle caratteristiche, proprietà di pericolosità e dei dati di sicurezza di ciascun carico di rinfuse solide, oltre che all'effettuazione di misurazioni, da parte di un consulente chimico del porto interpellato prima dello svolgimento di ogni operazione, delle concentrazioni dei gas e dei vapori rilasciati da ciascun carico di rinfuse solide e dell'ossigeno nei luoghi di lavoro. Nel corso del 2010, dal Comitato per la sicurezza e igiene del lavoro portuale istituito nel Porto di Ravenna secondo l'art. 7 del d.lgs. 272/1999, viene prodotto un documento contenente indicazioni ancor più dettagliate degli elementi minimi di valutazione e prevenzione, al fine di garantire l'adozione di adeguate misure di sicurezza nelle operazioni all'interno delle stive. Successivamente, grazie alla collaborazione tra Università di Bologna (Istituto di Medicina del Lavoro), INAIL (Direzione regionale per l'Emilia Romagna), Azienda USL (UOPSAL Ravenna) e Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico centro-settentrionale, viene realizzata una ricerca che vede il definirsi di - *matrici merci-rischio*. La matrice viene così a rappresentare l'unità valutativa dei rischi concernenti le merci movimentate nel porto di Ravenna, attraverso un esame delle specifiche condizioni che possono generare situazioni di rischio per la salute e la sicurezza. Per ognuna delle merci, in base alle proprie caratteristiche intrinseche, viene definito il gruppo di pericolo, la possibilità di causare impoverimento di ossigeno, la possibilità di produzione di anidride carbonica, gas infiammabili ed esplosivi e la possibilità di produzione di prodotti pericolosi a seguito di contatto con acqua (situazione verosimile al verificarsi repentino di temporali in banchina). Il documento finale di fatto costituisce una solida base ed un utile strumento per consentire alle aziende terminaliste di effettuare una più accurata valutazione del rischio ed la predisposizione di idonee misure preventive. Altra attenzione è stata posta su quelle merci con una frequenza elevata di movimentazione all'interno del porto di Ravenna e potenzialmente in grado di emettere arsina (ferroleghe e pani di zinco) e fosfina (cereali, mangimi, farine, sottoposte a processi di fumigazione). Nel 2018 il documento ha trovato cittadinanza nel "*Manuale per la valutazione del rischio chimico correlato alle merci sbarcate in ambito portuale*", pubblicato da INAIL (10). Sulla congruità della valutazione del rischio e sull'adozione di procedure di lavoro sicure l'UOPSAL esercita ovviamente azioni di controllo (Figura 1).

Il Piano specifico di sicurezza

Vista la particolarità del lavoro portuale, la molteplicità delle merci sbarcate e le molteplici possibili interferenze tra ditte collaboranti all'azione di carico-scarico merci (compreso il comando nave), il sistema istituzionale degli Enti preposti alla regolarità e sicurezza nel porto di Ravenna ha ritenuto prioritario affrontare il tema dell'efficacia della valutazione del rischio prevista dal D.Lgs. 27 Luglio 1999, n° 272, efficacia che si è ritenuta primariamente derivare dalla *specificità della valutazione del rischio* in relazione ai vari fattori caratterizzanti quella singola operazione di carico o scarico navale. Nel 2000 viene emanata l'Ordinanza (n.03/2000) da parte della allora Autorità Portuale con l'intento di dettare, per le imprese operanti nel porto di Ravenna, delle indicazioni specifiche relative alla elaborazione del Documento di Sicurezza (ex art. 4 del DLgs 272/99), in modo particolare la integrazione di tale documento attraverso la stesura di un *Piano Specifico per ogni singola Nave*. Con la stesura del suddetto piano si vedono evidenziati i rischi connessi alle singole operazioni, alla tipologia di merce, alla situazione del carico ed alle possibili interferenze con le attività di bordo, alle caratteristiche strutturali della nave, nonché tutte le misure di sicurezza da adottare. Tale documento (precursore di quello che a tutt'oggi è il Piano operativo di sicurezza previsto dal Testo Unico D.Lgs. 81/2008 per i cantieri edili), è da intendersi non come un semplice adempimento amministrativo, ma come un prezioso *vademecum* per gli addetti dell'impresa, contenente utili indicazioni per prevenire o limitare al massimo i rischi. Fornisce infatti tutte le procedure che gli addetti dell'impresa portuale devono seguire per mantenere alti i livelli di sicurezza all'interno dell'area portuale dalla banchina alla nave e dalla nave alla banchina. Il 2002 vede il nascere di un protocollo di intesa attraverso la stesura *delle "Linee guida per l'assolvimento degli obblighi previsti dall'art. 4 Dlgs 272/99 nella realtà del Porto di Ravenna",* frutto di una collaborazione tra l'Azienda USL di Ravenna e l'Autorità Portuale. All'interno del documento vengono riportate le indicazioni sulla corretta stesura del "Piano Specifico Operativo per la sicurezza". Tutti gli elementi necessari sono così evidenziati attraverso la predisposizione di una *check list* operativa in cui sono riportati i rapporti esistenti tra l'impresa appaltatrice e l'impresa terminalista, le modalità operative da adottare (DPI, viabilità scale di accesso nave, viabilità nave, rumorosità, movimentazione in banchina), le istruzioni per l'emergenza. Per ogni attività sono presenti specifiche sezioni riguardanti la fase di accesso a bordo e relativo controllo stive, fase di sbarco/imbarco da stiva, illuminazione, viabilità a bordo e a terra, segnalazioni tra operatori, stato dell'area di passaggio dei carichi sospesi e viabilità pedonale in banchina. Nel corso degli anni l'Azienda USL (di Ravenna poi Romagna, ambito di Ravenna) attraverso una costante attività di vigilanza ha verificato la congruenza del piano specifico operativo per la sicurezza (PSS) delle imprese esecutrici rispetto alle tipologie di merce movimentate nel porto. Tutto ciò è stato reso possibile grazie anche alla stretta collaborazione con i vari servizi di pre-

Figura 1

venzione protezione delle imprese terminaliste, le quali hanno sviluppato, migliorato ed ampliato le misure di sicurezza approntate e descritte nei differenti piani, anche (ma non solo) sulla scorta degli interventi intrapresi dalla stessa Azienda USL, al fine di garantire sempre di più la sicurezza delle operazioni di sbarco/imbarco e dei lavoratori portuali impegnati quotidianamente in prima linea.

Conclusioni

Di fonte alla complessità delle lavorazioni portuali e alla pluralità degli Enti con funzioni di governo del sistema, occorre definire ed adottare metodologie di intervento che, secondo il modello dell' *Evidence based prevention*, garantiscano efficacia degli interventi di prevenzione intrapresi, sia dagli Enti di controllo che dalle stesse imprese. Il modello di prevenzione presentato in questa rassegna, associando azioni di controllo a frequenti momenti di confronto con gli interlocutori aziendali ed alla definizione condivisa e diffusione di strumenti per la valutazione e gestione del rischio, è apparso come uno di quelli maggiormente in grado di garantire nel tempo la tenuta delle misure di prevenzione e protezione adottate per la salute e sicurezza dei lavoratori portuali.

Bibliografia

1) Barbieri A, Sabatini L, Graziosi F, et al. Occupational safety and health risks in dock work: a narrative literature review. Med lav 2014; 105(6): 413-34.
2) Sundal MK, Lilleng PK, Barane H, et al. Asphyxiation death caused by oxygen-depleting cargo on a ship. Forensic Sci Int 2017; 108(5): 349-57.
3) Baur X, Budnik LT, Zhao Z, et al. Health risks in international container and bulk cargo transport due to volatile toxic compunds. J Occup Med Toxicol 2015; 20: 10-9.
4) Gasperazzo A, Toffanin P, Larese Filon F. Green coffee been exposure and symptoms in dock workers in Trieste (Italy). Med Lav 2017; 108(5): 349-57.
5) Baldasseroni A, Buiatti E. Several considerations on the relationship between the precautionary principle and evidence based prevention. Epidemiol Prev 2004 Jan-Feb; 28(1): 11-2.
6) Mancini G, Baldasseroni A, Laffi G, Curti S, Mattioli S, Violante FS. Prevention of work related eye injuries: long term assessment of the effectiveness of a multicomponent intervention among metal workers. Occup Environ Med 2005 Dec; 62(12): 830-35.
7) http://www.port.ravenna.it/
8) van der Molen HF, Basnet P, Hoonakker PL, et al. Interventions to prevent injuries in construction workers. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Feb; 2018(2): CD006251.
9) Olanda S, Sintoni M, Mancini G. Check list per la valutazione dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina nelle lavorazioni portuali. Atti del Convegno Nazionale RISCH 2006 "il rischio chimico nei luoghi di lavoro" pag. 355-365.
10) https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubb-manuale-valutaz-rischio-chimico-correlato-portuale.html

Corrispondenza: *Gianpiero Mancini MD, Unità Operativa Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro Ravenna, Azienda USL della Romagna, Via Fiume Montone Abbandonato 134, 48100 Ravenna, Italy, Tel. 0544-286850, E-mail: gianpiero.mancini@auslromagna.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 316-319
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

Paolo Toffanin[1], Valentino Patussi[1], Giuseppe Campo[2]

Lo strumento dell'AUDIT nella gestione della sicurezza sul lavoro nelle aziende che operano nell'area portuale di Trieste. Un progetto di prevenzione interistituzionale

[1] S.C. Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro, Dipartimento di Prevenzione. Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste (ASUITs) - Trieste
[2] INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale - Roma

RIASSUNTO. Nel presente lavoro si descrive l'esperienza condotta nel periodo 2016-2018 presso le aziende operanti nel Porto di Trieste al fine di promuovere l'adozione di corretti modelli di organizzazione e gestione della sicurezza. L'approccio si è basato non solo sulla "costruzione" degli strumenti di AUDIT, ma è partito dall'acquisizione delle conoscenze delle parti datoriali e dei lavoratori, fatto che ha permesso di pesare i risultati degli AUDIT e "tarare" la consapevolezza dei rischi in tutte le componenti aziendali alla fine del percorso fatto.
In 17 imprese operanti in ambito portuale sono stati utilizzati strumenti di autovalutazione dell'organizzazione della sicurezza sul lavoro da parte dei datori di lavoro, sono stati raccolti 360 questionari sulla percezione dei rischi da parte dei lavoratori, e in 8 aziende è stata completata la sperimentazione della procedura di AUDIT.
La verifica a distanza di tempo in 6 aziende ha permesso di accertare che le stesse avevano implementato un corretto modello di organizzazione e gestione della sicurezza, due di queste sono poi pervenute ad un accreditamento ufficiale.

Parole chiave: porti, modelli di gestione, check-list.

ABSTRACT. This work describes the experience realized in the period 2016 - 2018 in the firms actives in the Port of Triest for promoting good models of organization and management in the safety.
The approach is based not only in the "construction" of the instruments of AUDIT, but started from the acquisition of the knowledge of employers and workers. This allowed to weigh the results of the AUDIT and create the consciousness of risks in all company components.
In seventeen firms working in the Port were used instrumentals of self-valuation in the organization of safety on work from the employers. Were picked 360 questionnaires of the perception of risks from workers and in eight firms was completed the experiment of the procedure of AUDIT.
After some time the inspection in six firms permitted to verify that they gained a correct model of organization and management of safety. Two of them have gained official credits.

Key words: *Ports, Safety Management System, check-list.*

Obiettivi

La gestione della sicurezza sul lavoro in ambito portuale comporta notevoli criticità, se anche un'applicazione puntuale da parte delle realtà che nello stesso operano può essere facilmente codificata, ben più difficile appare la definizione di un modello organizzativo-gestionale che ne permetta l'integrazione nell'ambito dell'attività complessiva.

Nel presente lavoro si descrive il piano di prevenzione adottato nel periodo 2016-2018 presso il porto di Trieste, in collaborazione tra l'Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste (ASUITs), l'INAIL (Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale-Roma, di seguito DiMEILA e Dipartimento Territoriale di Trieste) e l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale (AdSPMAO).

In particolare ci si è posti l'obiettivo di promuovere tra le piccole e medie imprese l'adozione dei principi previsti nell'art. 30 del D.lgs. 81/08, sulla base delle indicazioni del D.M. del 13.02.2014 "Recepimento delle procedure semplificate per l'adozione e l'efficace attuazione dei modelli di organizzazione e gestione della sicurezza nelle piccole e medie imprese".

Metodi

Nell'ambito del porto di Trieste, sulla base di uno specifico protocollo Prefettizio del 2008, è stato istituito il Coordinamento degli organi ispettivi in ambito portuale (C.O.I.), di cui fanno parte la S.C. Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro dell'Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste (SCPSAL), l'AdSPMAO, la Capitaneria di Porto di Trieste, l'Ispettorato del Lavoro di Trieste, il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Trieste, il Dipartimento Territoriale di Trieste dell'INAIL, la Direzione Provinciale di Trieste dell'INPS e L'Ufficio della Sanità Marittima, Aerea e di Frontiera. Gli interventi di seguito descritti sono stati effettuati grazie a questo coordinamento interistituzionale.

Il progetto, finanziato dall'INAIL, è stato attuato in collaborazione con l'INAIL-DiMEILA, e rientra nelle attività di prevenzione del fenomeno infortunistico in ambito lavorativo indicate dal Piano Regionale della Preven-

zione (PRP 2014-18) della Regione Friuli Venezia Giulia. Il progetto si è sviluppato su due direzioni, da una parte la costruzione di un modello di AUDIT specifico per l'attività portuale, dall'altra la verifica tra i lavoratori della conoscenza e percezione dei rischi.

Gli operatori ASUITs hanno seguito uno specifico percorso di formazione, finanziato dalla Regione Friuli Venezia Giulia e coordinato dalla SCPSAL dell'Azienda per i Servizi Sanitari n. 5 della Regione, al fine di acquisire le competenze professionali a condurre un AUDIT di Sistema in totale autonomia, secondo i criteri previsti dalle norme UNI 19011.

In collaborazione con l'AdSPMAO sono state coinvolte 26 imprese che svolgono attività sia portuali che emporiali, in 17 di queste è stata avviata la sperimentazione della procedura di Audit, nelle restanti è stata rilevata la conoscenza e percezione dei rischi tra i lavoratori.

Sulla base di quanto previsto dal D.M. 13.02.2014, della letteratura disponibile e dell'esperienza condotta dalla SCPSAL dell'ASUITs è stata predisposta una specifica check-list, utilizzata nell'ambito degli Audit mirati a verificare la corretta implementazione dei Sistemi di gestione e Sicurezza sul Lavoro in ambito portuale.

Sono stati effettuati incontri informativi e sono state fornite le informazioni necessarie all'analisi degli eventi infortunistici occorsi sulla base del modello "Informo" dell'INAIL, ciò al fine di acquisire lo strumento metodologico per l'impostazione e l'eventuale riesame del documento di valutazione dei rischi. Nel corso degli incontri è stato discusso con le aziende l'andamento infortunistico nell'area portuale di Trieste, ricavato dall'archivio Flussi informativi INAIL-Regioni e Province Autonome.

Alle aziende coinvolte sono state distribuite le check list di autovalutazione aziendale che, una volta compilate, sono state analizzate dalla SCPSAL. I risultati delle stesse sono stati utilizzati nel corso dei successivi AUDIT in materia di organizzazione della sicurezza sul lavoro.

Sulla base dei risultati ottenuti è stato elaborato un "Catalogo delle raccomandazioni".

Parallelamente, con il coinvolgimento degli RLSS e RLS, è stato somministrato ai lavoratori un questionario sulla percezione del rischio, sviluppato sulla base delle esperienze condotte a livello nazionale.

I risultati dell'AUDIT e dei questionari sulla percezione dei rischi sono stati presentanti nel corso di un seminario che ha visto coinvolti i referenti di tutte le imprese.

Nel progetto sono stati coinvolte imprese portuali (ai sensi degli art. 16-17 e 18 della legge 84/94) e imprese autorizzate (ex art. 68 del Codice della navigazione) attraverso le figure aziendali della prevenzione operanti nelle stesse.

Risultati

Al progetto hanno partecipato 26 aziende, in 17 hanno aderito al progetto di AUDIT e 14 di queste hanno restituito la check list di autovalutazione dei rischi compilata all'inizio del percorso. Ad ora gli AUDIT sono stati effettuati in 8 aziende, selezionate in funzione della tipologia produttiva. In 6 Aziende è stata attivata anche la verifica dell'efficacia degli interventi effettuati.

In Tabella I vengono riportati i risultati in termini di prevalenza delle risposte positive rispetto ai singoli item delle check list di autovalutazione, che danno la misura della situazione di rispetto degli elementi essenziali di un Modello Organizzativo di Gestione. Prevalenze basse evidenziano situazioni di non conformità.

Come si può osservare, una sola azienda aveva la consapevolezza di non aver correttamente implementato un Modello Organizzativo di Gestione, le altre hanno evidenziato criticità parziali (prevalenze uguali od inferiori al 50% su di un singolo argomento). Tutte le aziende ritenevano di essere a norma per quanto riguarda la formazione dei lavoratori e l'attività del medico competente.

In Tabella II vengono riportati gli esiti dell'attività di AUDIT effettuati in 8 aziende e la distribuzione delle raccomandazioni emesse al fine di adeguare il modello organizzativo aziendale a quanto previsto dalla normativa.

Come si può vedere, gli aspetti più critici emersi in corso di audit hanno riguardato la carenza di procedure e istruzioni per la sicurezza, l'attività di riesame e l'attività del medico competente.

Nella Tabella III vengono confrontate le criticità rilevate dai datori di lavoro attraverso la check list di autovalutazione e quelle poi puntualmente verificate in fase di AUDIT.

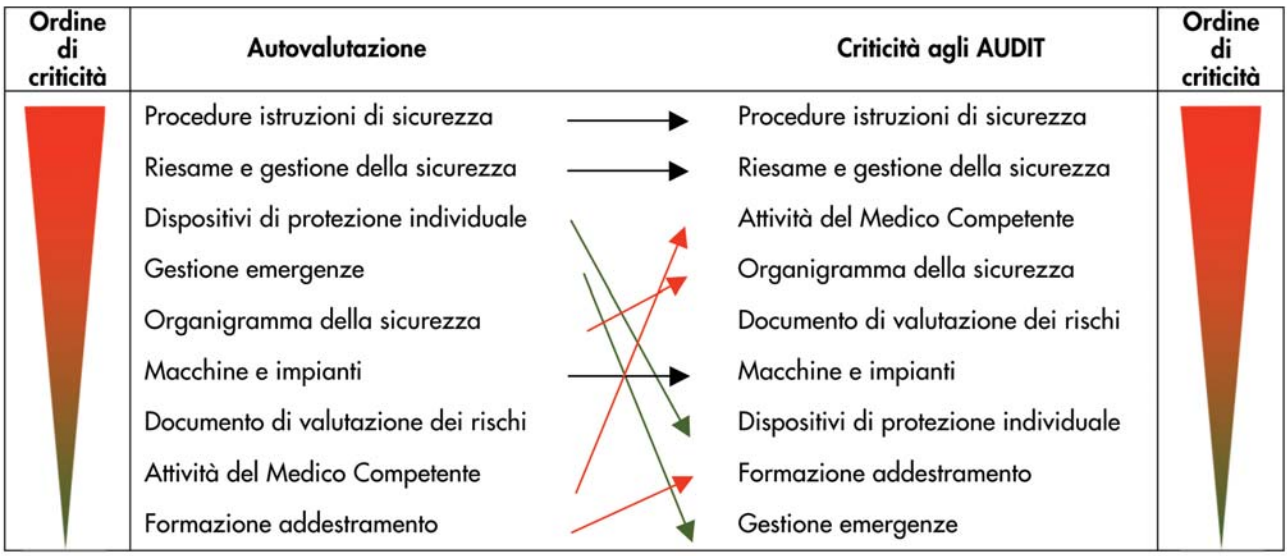
Tabella I. ***Prevalenza delle conformità rilevate nelle 14 aziende rispetto alla check list di autovalutazione***

	Azienda													
Argomenti di autovalutazione	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P
Procedure istruzioni di sicurezza (9 item)	66,7	55,6	66,7	11,1	44,4	55,6	66,7	77,8	0,0	55,6	11,1	66,7	55,6	55,6
Riesame e gestione della sicurezza (25 item)	68,0	76,0	92,0	44,0	68,0	8,0	100,0	100,0	52,0	76,0	64,0	84,0	72,0	72,0
Dispositivi di protezione individuale (4 item)	75,0	100,0	50,0	50,0	75,0	100,0	75,0	75,0	75,0	75,0	0,0	75,0	100,0	75,0
Gestione emergenze (3 item)	100,0	100,0	100,0	33,3	100,0	33,3	66,7	100,0	66,7	66,7	100,0	100,0	66,7	100,0
Organigramma della sicurezza (9 item)	100,0	100,0	100,0	44,4	100,0	77,8	100,0	88,9	77,8	88,9	55,6	100,0	44,4	66,7
Macchine e impianti (10 item)	80,0	90,0	100,0	70,0	80,0	90,0	100,0	100,0	100,0	90,0	70,0	50,0	100,0	80,0
Documento di valutazione dei rischi (10 item)	90,0	100,0	90,0	60,0	70,0	90,0	90,0	100,0	50,0	100,0	100,0	100,0	90,0	100,0
Attività del Medico Competente (10 item)	100,0	90,0	100,0	80,0	80,0	80,0	100,0	100,0	100,0	90,0	80,0	80,0	100,0	100,0
Formazione addestramento (15 item)	100,0	100,0	93,3	73,3	86,7	100,0	93,3	100,0	86,7	100,0	100,0	86,7	100,0	93,3

Tabella II. ***Raccomandazioni date a valle del percorso di Audit svolto in 8 aziende***

	Numero raccomandazioni in funzione delle singole aziende								% raccomandazioni sul totale
	Az. 1	Az. 2	Az. 3	Az.4	Az. 5	Az. 6	Az. 7	Az. 8	
Argomenti di AUDIT									
Procedure istruzioni di sicurezza	4	6	3	12	5	6	8	6	30,7
Riesame e gestione della sicurezza	4	5	3	4	3	6	6	8	23,9
Attività del Medico Competente	2	2	1	2	2	3	3	2	10,4
Organigramma della sicurezza	2	4	3	2	0	0	1	3	9,2
Documento di valutazione dei rischi	2	5	2	1	0	1	1	2	8,6
Macchine e impianti	2	1	1	1	0	2	3	2	7,4
Dispositivi di protezione individuale	1	1	1	2	0	1	1	1	4,9
Formazione addestramento	1	1	0	1	0	0	1	1	3,1
Gestione emergenze	1	0	0	0	0	0	1	1	1,8
totali	19	25	14	25	10	19	25	26	100

Tabella III. ***Criticità percepite e criticità reali***



La scheda di autovalutazione è risultata efficace per la rilevazione dei problemi legati alle procedure/istruzioni di sicurezza, al riesame della valutazione dei rischi e alle macchine ed impianti, mentre sovrastima le problematiche legate ai dispositivi di protezione individuale ed alla gestione delle emergenze, sottostima in parte le problematiche relative alla definizione dell'organigramma della sicurezza e sottostima pesantemente le criticità legate all'attività del medico competente, che viene spesso percepito come il soggetto che effettua soltanto la sorveglianza sanitaria e non come uno degli elementi chiave nell'organizzazione della sicurezza aziendale.

In Tabella IV, infine, vengono riportati i risultati dei questionari di percezione dei rischi distribuiti ai lavoratori delle 26 aziende. Si precisa che sui 680 questionari distribuiti ne sono stati restituiti, compilati, 360 (53%). L'elaborazione dei dati raccolti è stata effettuata dall'INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale.

I lavoratori individuano come principali fattori di rischio l'insufficienza delle pause di lavoro ed i ritmi di lavoro troppo intensi, l'inadeguato addestramento relativo alla prevenzione dei rischi da incendio, la non corretta gestione dei rischi interferenziali, i rischi da investimento su strade e/o piazzali o da incidenti alla guida dei mezzi operativi, associati all'inadeguatezza dei percorsi pedonali nelle aree operative, oltre che ai rischi legati al lavoro in stiva.

Conclusioni

Per articolazione e complessità un AUDIT di sistema risulta più impegnativo della normale vigilanza. In questa esperienza è stato seguito un percorso che partiva dalla valutazione iniziale, tramite check list e questionario di percezione dei rischi, ed era seguito immediatamente dall'effettuazione dell'AUDIT In tal modo è stato possibile rilevare la rispondenza ai fattori essenziali alla costruzione di un Modello Organizzativo Gestionale sulla base di quanto disposto dalla normativa vigente.

Il confronto tra gli esiti degli AUDIT e le schede di autovalutazione redatte dai datori di lavoro ha permesso di evidenziare alcuni aspetti sottostimati dalle Imprese, in particolare appare interessante come in queste ultime non venga compresa l'importanza della figura del medico competente all'interno del MOG, si pensi in particolare per il riesame dei

Tabella IV. ***Risultati delle 360 schede di percezione dei rischi compilate dai lavoratori***

Quesito	NO		SI	
	n. risp.	%	n. risp.	%
Ritieni che le pause di lavoro siano sufficienti?	216	60,0	144	40,0
Ritiene soddisfacente l'addestramento riguardante i rischi antincendio	205	56,9	155	43,1
Ritieni corretta la gestione dei rischi interferenziali?	184	51,1	176	48,9
Ritieni eccessivo il rischio da investimento su strade e/o piazzali	179	49,7	181	50,3
Ritieni elevato il rischio correlato agli incidenti alla guida dei mezzi operativi	173	48,1	187	51,9
Ritieni corretta la gestione delle problematiche di sicurezza nel lavoro in stiva?	155	43,1	205	56,9
Ritieni che i percorsi pedonali nelle aree operative siano adeguati?	148	41,1	212	58,9
Ritieni eccessivo il rischio rumore sul luogo di lavoro	146	40,6	214	59,4
Ritieni adeguate le procedure operative di sicurezza predisposte dalla tua azienda?	144	40,0	216	60,0
Ritieni che i ritmi di lavoro siano troppo intensi?	144	40,0	216	60,0
Ritieni che le posture siano eccessivamente scomode in funzione del tempo lavorativo	144	40,0	216	60,0
Ritieni eccessivo il rischio da vibrazioni al corpo intero sul luogo di lavoro	126	35,0	234	65,0
Ritieni utile la sorveglianza sanitaria in funzione della prevenzione?	101	28,1	259	71,9
Ritiene soddisfacente l'addestramento per la gestione delle merci pericolose	95	26,4	265	73,6
Viene effettuata la formazione utile a svolgere il lavoro in sicurezza?	86	23,9	274	76,1
Ti ritieni sufficientemente informato sui fattori di rischio	42	11,7	318	88,3
Ritiene soddisfacente l'addestramento per l'utilizzo dei DPI	35	9,7	325	90,3
Ritiene adeguata la formazione riguardo l'utilizzo di macchine o attrezzature	26	7,2	334	92,8
Ritiene adeguata la formazione per svolgere in sicurezza l'attività lavorativa	17	4,7	343	95,3
Vi è una buona integrazione con i colleghi di lavoro?	14	3,9	346	96,1
C'è un buon rapporto comunicativo sugli aspetti della sicurezza sul lavoro?	7	1,9	353	98,1

rischi, la corretta analisi delle malattie professionali, l'efficace gestione dei lavoratori con inidoneità, oltre che al suo essenziale contributo nel percorso di gestione dell'emergenza. La percezione delle imprese sullo stato di attuazione del MOG è stata invece corretta per quanto riguarda l'attuazione delle procedure e istruzioni di sicurezza.

Il coinvolgimento dei lavoratori, attraverso il questionario di percezione dei rischi ha permesso di evidenziare criticità relative al ritmo di lavoro, alla non corretta gestione dei rischi interferenziali ed alla gestione delle emergenze incendio, elementi questi che altrimenti non sarebbero emersi.

L'attività di riverifica nelle 6 aziende ad ora valutate in merito all'attuazione delle raccomandazioni date in corso di AUDIT ha permesso di accertare che le stesse avevano correttamente modificato le procedure di lavoro, adeguato i DVR, migliorato l'approccio alla gestione degli infortuni, oltre che attivato l'organizzazione della vigilanza interna e introdotto il sistema disciplinare, migliorando la tenuta della documentazione e gli scadenziari di legge per il corretto controllo di macchine, attrezzature e impianti, implementando altresì le procedure scritte e condivise con i lavoratori.

Due aziende di grandi dimensioni hanno altresì completato il loro percorso di certificazione accreditata adottando anche l'organo di vigilanza esterno.

Il presente lavoro, che ha coinvolto datori di lavoro, lavoratori e loro rappresentanti e la Struttura di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro dell'Azienda Sanitaria, può costituire un esempio per un approccio globale alla prevenzione aziendale, che non può passare se non per la conoscenza e la consapevolezza comune della realtà in cui si opera.

Bibliografia

D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - Testo unico in materia di Igiene e Sicurezza sul lavoro.

D.M. 13.02.2014 Ministero del lavoro e delle politiche sociali "Recepimento delle procedure semplificate per l'adozione e l'efficace attuazione dei modelli di organizzazione e gestione della sicurezza nelle piccole e medie imprese".

Norme UNI EN ISO 19011-2018 "Audit per la qualità e l'ambiente (misto Gestione per la qualità e tecniche di supporto/Ambiente".

www.inail.it "Piani Mirati di Prevenzione".

https://asuits.sanita.fvg.it/it/eventi/asuits/2017/2017_015_convegno_porto.html

Corrispondenza: *Valentino Patussi, Direttore del Dipartimento di Prevenzione, Responsabile della Struttura Complessa Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste, Via G. Sai 1, 34128 Trieste, Italy, Tel. 040 3997473/19/02/32, E-mail valentino.patussi@asuits.sanita.fvg.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 320-322
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Francesca Larese Filon

Allergia a caffè verde ed esposizione a particelle ultrafini nei lavoratori del porto di Trieste

UCO Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Università di Trieste

**RIASSUNTO. L'allergia a caffè verde e a ricino nel porto e nei lavoratori addetti alla lavorazione del caffè di Trieste è stata analizzata utilizzando la letteratura scientifica disponibile dagli anni '80 ad oggi. L'eliminazione dei sacchi di juta ad uso promiscuo per il trasporto del caffè verde e del ricino ha determinato una riduzione della sensibilizzazione a quest'ultimo allergene, considerato più potente del caffè stesso. A questo si associa il miglioramento delle procedure di movimentazione dei sacchi di caffè che ha permesso di ridurre l'esposizione alle polveri, risultate al di sotto dei limiti occupazionali. Tuttavia la valutazione delle polveri ultrafini disperse durante la movimentazione dei sacchi ha evidenziato elevate esposizione a particelle inferiori I 40 nm durante alcune operazioni di movimentazione e travaso e i sacchi provenienti dalla Tanzania sono ancora contaminati con il ricino e causano sintomi allergici.
Le condizioni di lavoro nel porto di Trieste sono migliorati negli anni con una riduzione dell'esposizione a questi allergeni, tuttavia è necessaria l'adozione di misure ambientali e personali per evitare l'esposizione a polvere di caffè verde ed eseguire la sorveglianza medica periodica per evidenziare precocemente nuovi casi di allergia.**

Parole chiave: caffè verde, allergia, lavoratori portuali, particelle ultrafini, occupazione.

ABSTRACT. Green coffee bean allergy and ultrafine particles exposure in Trieste dock workers. The paper reviews allergy to green coffee bean and castor bean in dock workers and in coffee processing workers from '80 to nowadays in Trieste (NE of Italy). The avoidance of use of jute sacks contaminated with castor bean caused a decrease in sensitization to castor bean and the better work practices to handle jute sacks permitted to reduce airborne exposure to green coffee been powders, that resulted below occupational exposure limits. However, the measurement of ultrafine particles emitted during the handling of sacks showed exposure to high level of particles below 40 nm and permitted to identify some work tasks that can cause a more elevated exposure. Moreover, some sacks, coming from Tanzania, are still contaminated with castor bean, causing mild allergic symptoms. The work condition in dock workers in Trieste improved in years with a reduction of exposure to these allergens. However, the adoption of protective measures as well as periodical medical surveillance are needed to prevent sensitization or to detect the early onset of new cases.

***Key words**: green coffee bean, allergy, dock workers, ultrafine particles, occupation.*

Introduzione

La movimentazione del caffè verde nel porto di Trieste è una tradizione di lunga data e ancora oggi le operazioni di carico e scarico vengono effettuate spostando i sacchi di caffè con metodi manuali o ausiliati. Visto il pregio del materiale sono sempre i lavoratori che si prendono cura del prodotto, lo tirano fuori dal container e rompono i sacchi su una griglia dove cade il prodotto. Nel corso di queste operazioni si libera in aria polvere di caffè verde che può causare l'insorgenza di sintomi allergici.

Lo studio dell'allergia a caffè verde nei lavoratori del Porto di Trieste è iniziato negli anni '80 coinvolgendo gli scaricatori di porto che hanno eseguito prick test per caffè verde, ricino e allergeni comuni (1,2). In quella occasione l'allergia a caffè verde è stata associata a quella del ricino in quando i sacchi venivano utilizzati per trasportare entrambi i materiali e riciclati dai paesi di origine. Uno studio di RAST inibizione ha successivamente dimostrato come i sacchi di juta fossero contaminati sia da allergeni del caffè verde che da quelli del ricino (1,2). La consapevolezza che il ricino potesse contaminare il caffè durante il trasporto ha portato alla progressiva eliminazione dell'uso promiscuo dei sacchi con diminuzione dell'allergia al ricino riportata in letteratura. Tuttavia, un ruolo importante nell'induzione della sensibilizzazione allergica è legata all'inquinamento ambientale da polveri di caffè verde, che in passato risultava elevata. Il miglioramento delle condizioni di stoccaggio, trasporto e movimentazione ha portato ad una riduzione dell'esposizione a polveri, tuttavia anche l'analisi qualitativa delle polveri nella componente ultrafine può essere importante per meglio valutare il rischio inalatorio. Infatti, l'inalazione di particelle con diametro nanometrico può determinare una maggior penetrazione degli allergeni a livello delle vie respiratorie (3,4).

Scopo di questa revisione è valutare il ruolo della sensibilizzazione a caffè verde nei lavoratori dei porti ed in particolare di quello di Trieste e comparare queste informazioni con la letteratura scientifica disponibile.

Materiali e metodi

Al fine di identificare gli studi che hanno analizzato l'allergia a caffè verde nei lavorati di porti è stata effet-

tuata una revisione critica della letteratura scientifica mediante i seguenti motori di ricerca: Pubmed, Scopus e ISI Web of Science utilizzando le parole chiave "green coffee bean" and "workers" associate a "allergy" or "asthma". Sono stati inclusi nella revisione sia lavori sperimentali che di revisione scientifica che avessero studiato l'allergia a caffè verde. Vista la scarsità di risultati relativa ai lavoratori dei porti (n. 7) la ricerca sull'allergia a caffè verde è stata allargata a tutti i lavoratori (n. 24). Aggiungendo nella ricerca il termine "ultrafine particles" è presente solo un lavoro in letteratura.

Risultati

L'allergia a caffè verde risulta poco documentata, nonostante che il ruolo di agente sensibilizzante del caffè verde sia ben studiato e identificato (5). Considerato il numero di lavoratori esposti nel mondo possiamo affermare che questa allergia risulti largamente sottostimata. Peraltro la maggior parte degli studi indaga i lavoratori delle torrefazioni mentre sono molto poche le indagini effettuate nei porti. Negli anni '50 l'elevata prevalenza di asma nei lavoratori addetti alla lavorazione del caffè era stata attribuita alla sensibilizzazione a ricino presente nei sacchi di juta utilizzati per uso promiscuo (6) e successivamente anche al caffè verde (7-9). Lehrer et al. nel 1981 (10) dimostrano con metodiche di RAST inibizione che ricino e caffè verde sono due distinti allergeni.

Le prime segnalazioni di allergia a caffè verde nel porto di Trieste risalgono al 1988 con il coinvolgimento di 218 lavoratori portuali addetti alla manipolazione di sacchi di caffè (1,2). Ad oggi si tratta di uno degli studi più numerosi presenti in letteratura su questo argomento (Figura 1). La sensibilizzazione rilevata in quei gruppi di lavoratori è stata del 4,6% per il caffè verde e del 9,6% per il ricino. 14,3% dei lavoratori riportavano sintomi oculorinitici e asmatici (1). La prevalenza dei sintomi risultava comunque più bassa rispetto a quelli riportati nelle industrie di lavorazione del caffè in Piemonte, nelle quali un quarto degli addetti riportava asma o oculorinite e il 15% dei lavoratori risultava sensibilizzata al caffè verde e il 22% al ricino (11). Studi eseguiti all'estero riportavano dati di sintomatologia e sensibilizzazione ancora più elevati sia in Croazia (12,13) che in Inghilterra (14). In questo studio la sensibilizzazione a ricino e caffè verde superava il 14% e gli autori identificavano il ricino come la causa fondamentale di sensibilizzazione, auspicando l'eliminazione di questa contaminazione. La consapevolezza del ruolo importante del ricino come allergene "principale" negli esposti a caffè verde ha convinto alcune aziende importatrici ad utilizzare sacchi di juta solo per il trasporto del caffè evitando l'uso promiscuo, questo ha portato alla progressiva riduzione della sensibilizzazione a ricino nei lavoratori esposti. In un studio fatto in una torrefazione di Trieste che già applicava questo metodo nel 1998 (15) il primo allergene è risultato il caffè verde con il 6,3% di sensibilizzazione mentre il ricino è risultato positivo in una minoranza dei soggetti (2,7%). Oculorinite e asma erano tuttavia riportati da 1/5 dei lavoratori esposti. Da quegli anni i principali importatori di caffè hanno richiesto di effettuare il trasporto solo con sacchi di juta dedicati al fine di evitare la contaminazione, avere un caffè migliore ma anche un minor rischio di sensibilizzazione al ricino. Uno studio più recente (2009), effettuato in una azienda di lavorazione del caffè in Germania (16), ha riportato comunque valori ancora elevati di sensibilizzazione al ricino (16,7%), più bassi per il caffè (5%) con oculorinite e rush cutanei riferiti da 1/4 a metà della popolazione lavorativa. In questo contesto gli autori avevano evidenziato condizioni ambientali con polveri di caffè che superavano 10 mg/mc durante il trasferimento dei sacchi di caffè. L'elevata prevalenza di sensibilizzazione a caffè verde nei lavoratori atopici aveva anche suggerito di evitare esposizione professionale a questo allergene per i soggetti con sintomi allergici comuni, al fine di ridurre il rischio di sintomi negli esposti.

A Trieste, dopo gli anni '90 sono stati sporadici i casi di allergia a caffè verde identificati prevalentemente nei lavoratori delle torrefazioni o negli addetti ai controlli analitici sulle polveri di caffè. Anche la letteratura scientifica non ha

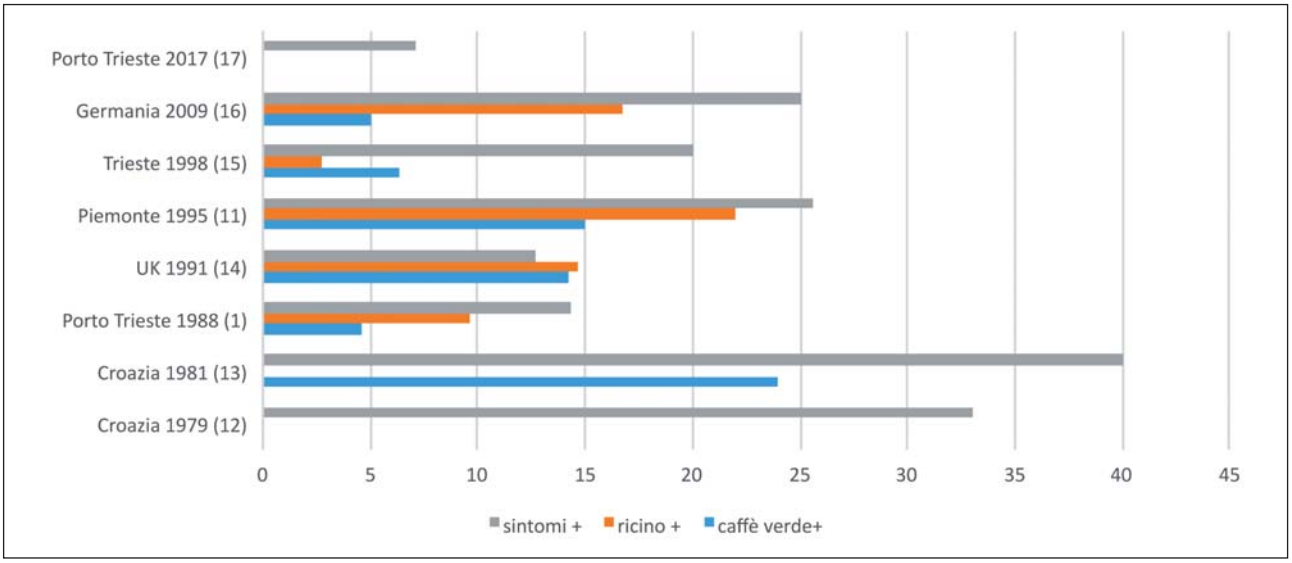


Figura 1. *Percantuale di sintomi respiratori e sensibilizzazione a caffè verde e ricino in letteratura*

riportato nuove casistiche e lo studio sull'identificazione degli allergeni maggiori del caffè è stato effettuato nel 2011 su 17 lavoratori sintomatici occupati in aziende di lavorazioni del caffè nel nord della Germania. L'esperienza recente nel porto di Trieste (17) ha evidenziato pochissimi soggetti con sintomi allergici sul posto di lavoro (2 casi, 7,1%) di cui uno allergico al ricino e sintomatico solo per i sacchi provenienti dalla Tanzania. Da notare che la popolazione lavorativa è costituita da soggetti con età media elevata (48±8 anni) e che ci può essere un effetto del lavoratore sano, visto che i soggetti che si sensibilizzano sono più giovani e che i sintomi occupazionali di solito compaiono entro i primi tre anni di lavoro (18). L'indagine ambientale eseguita ha evidenziato livelli di polveri inalabili e respirabili al di sotto dei limiti occupazionali, tuttavia non esistono valori limite per la polvere di caffè verde, che essendo un allergene può avere azione sensibilizzante anche per esposizioni basse. Lo studio della presenza di polveri ultrafini sul posto di lavoro ha permesso di evidenziare un significativo aumento di polverosità rispetto all'ambiente esterno nelle operazioni di movimentazione dei sacchi di caffè effettuati in fondo al container (>40.000 particelle/cm^3) con media geometrica di 42,48±1,35) e poco sotto questo valore durante lo svuotamento dei sacchi nel silos (17). L'IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) (4) suggerisce un limite di 40.000 particelle/cm^3 per particelle biopersistenti, ma non vi sono limiti di riferimento per quelli contenenti allergeni, che tuttavia non sono biopersistenti. Il ruolo dell'inalazione di particelle ultrafini nella promozione dei sintomi allergici non è ancora chiaro (19), tuttavia le dimensioni molto piccole delle particelle possono favorire una penetrazione più profonda nell'albero bronchiale anche in condizioni ambientale definite adeguate utilizzando i valori di riferimento tradizionali. È vero tuttavia, che nel caso dei lavoratori del porto di Trieste, la percentuale di soggetti sintomatici è risultato molto basso e questo può essere legato da un lato alle buone condizioni ambientali rispetto ad analoghi studi fatti in passato, dall'altro alla composizione della popolazione lavorativa fatta da soggetti con età media e anzianità lavorativa elevata su cui può pesare un effetto del lavoratore sano.

Conclusioni

Nonostante il grande numero di soggetti esposti a caffè verde nel mondo sono molto pochi i dati di letteratura che studiano questa allergia. Pochissimi i dati relativi ai lavoratori portuali con qualche contributo solo in studi effettuati prima degli anni '80. Le indagini fatte nel porto di Trieste sono ad oggi uniche in Italia in un contesto poco studiato al mondo. I nostri risultati hanno fatto emergere una riduzione di sintomi respiratori nei lavoratori del porto addetti alla movimentazione del caffè verde e le indagini ambientali hanno evidenziato valori di polveri inalabili e respirabili basse. Tuttavia lo studio del particolato ultrafine ha evidenziato alcune operazioni a maggior rischio durante le quali è necessario migliorare la ventilazione dell'ambiente e consigliare l'utilizzo di mascherina protettiva adeguata. Comunque è indispensabile la sorveglianza sanitaria periodica, specie nei lavoratori neo assunti e atopici per allergeni comuni al fine di prevenire la sensibilizzazione a caffè verde o identificare precocemente i soggetti sintomatici.

Bibliografia

1) De Zotti R, Patussi V, Fiorito A, Larese F. Sensitization to green coffee bean (GCB) and castor bean (CB) allergens among dock workers. Int Arch Occupational and Environmental Health 1988; 61: 7-12.
2) Patussi V, De Zotti R, Riva G, Fiorito A, Larese F. Allergic manifestations due to castor beans: An undue risk for the dock workers handling green coffee beans Medicina del Lavoro 1990; 81: 301-307.
3) Fireman E, Edelheit R, Stark M, Shai AB. Differential pattern of deposition of nanoparticles in the airways of exposed workers. J Nanopart Res 2017; 19(2): 30.
4) http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/nanopartikel-am-arbeitsplatz/index-2.jsp Ultrafine aerosols and nanoparticles at the workplace - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.
5) Manavski N, Peters U, Brettschneider R, Oldenburg M, Baur X, Bittner C. Cof a 1: identification, expression and immunoreactivity of the first coffee allergen. Int Arch Allergy Immunol 2012; 159(3): 235-42.
6) Figley KD, Rawling FFA: Castor bean: an industrial hazard as a contaminant of green coffee dust and used burlap bags. J Allergy 1950; 21: 545-553.
7) Bruun E: Allergy to coffee. Acta Allergol 1957; 11: 150-154.
8) Kaye M, Freedman SO: Allergy to raw coffee an occupational disease. Can Med Assoc J 1961; 84: 469-471.
9) Layton LL, Greene FC, Panzani R, Corse JW. Allergy to green coffee. J Allergy 1965; 36:84-91.
10) Lehrer SB, Karr RM, Salvaggio JE. Analysis of green coffee bean and castor bean allergens using RAST inhibition. Clin Allergy 1981 Jul; 11(4): 357-66.
11) Romano C, Sulotto F, Piolatto G, Ciacco C, Cafellaro E, Falagiani P, Constable DW, Verga A, Scansetti G. Factors related to the development of sensitization to green coffee and castor bean allergens among coffee workers. Clinical and Experimental Allergy 1995; 25: 643-650.
12) Zuskin E, Valic F, Skuric. Respiratory function in coffee workers. British Journal of Industrial Medicine 1979; 36: 117-122.
13) Zuskin E, Valić F, Kanceljak B. Immunological and respiratory changes in coffee workers. Thorax 1981; 36(1): 9-13.
14) Thomas KE, Trigg CJ, Baxter PJ, et al. Factors relating to the development of respiratory symptoms in coffee process workers. British Journal of Industrial Medicine 1991; 48(5): 314-322.
15) Larese F, Fiorito A, Casasola F, Molinari S, Peresson M, Barbina P, Negro C. Sensitization to green coffee beans and work-related allergic symptoms in coffee workers. Am J Indust Med 1998; 34: 623-627.
16) Oldenburg M, Bittner C, Baur X. Health risks due to coffee dust. Chest 2009; 136: 536-44.
17) Gasperazzo A, Toffanin P, Filon FL. Green coffee been exposure and symptoms in dock workers in Trieste (Italy) Medicina del Lavoro 2017; 108: 349-357.
18) Gautrin D, Ghezzo H, Infante-Rivard C, Magnan M, L'Archevêque J, Suarthana E, et al. Long-term outcomes in a prospective cohort of apprentices exposed to high-molecular weight agents. Am J Respir Crit Care Med 2008; 177: 871-879.
19) Di Giampaolo L, Di Gioacchino M, Mangifesta R, Gatta A, Tinari N, Grassadonia A, Niu Q, Paganelli R, Sabbioni E, Otsuki T, Petrarca C. Occupational allergy: is there a role for nanoparticles? J Biol Regul Homeost Agents 2019; 33: 661-668.

Corrispondenza: *Francesca Larese Filon, Unità Clinico Operativa di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Università degli Studi di Trieste, Via della Pietà 2/2, 34129 Trieste, Italy, Tel. 040/3992215, Cell. 3355265204, E-mail larese@units.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 323-344
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

SESSIONE PLENARIA

Lavoro, ambiente e malattie cardiovascolari: recenti evidenze scientifiche per la pratica clinica del medico del lavoro

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 324-327
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Martin Röösli

Effects of transportation noise and particulate matter on the cardiovascular system: What is the new evidence?

Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel, Switzerland

ABSTRACT. Several decades of research provides compelling evidence that exposure to air pollution causes various diseases. Time series studies in Europe and the USA examined the short term effects on mortality and found about 1% increase for cardiovascular mortality per 10 µg/m^3 increase in daily PM2.5 concentration. A comprehensive analysis of 12 European cohort studies addressing the long term effects found a 13% increased risk of coronary events per 5 µg/m^3 increase in estimated annual mean PM2.5. Noise exposure triggers an increase in sympathetic responses (fight-flight reactions) and increased release of corticoids (defeat reactions). In 2018 the World Health Organization has published new Environmental Noise Guidelines reporting an 8% increase in risk of incident ischemic heart disease per 10 dB(A) increase in road traffic noise exposure. Transportation noise and air pollution impact health through different pathways, though they also share many biologic pathways. In a recent cohort study, we did not find indications for synergistic or antagonistic effects from combined exposure to noise and air pollution. A study estimating the Environmental Burden of Disease in Europe concluded that ambient air pollution and transportation noise are the two most relevant environmental stressors for the population living in Europe.

Key words: *ultrafine particles, cardiovascular diseases, noise.*

RIASSUNTO. Anni di ricerca hanno confermato che l'esposizione a inquinanti ambientali causa molte patologie. Gli studi longitudinali in Europa e USA che hanno esaminato gli effetti a breve termine hanno evidenziato un aumento di circa l'1% della mortalità cardiovascolare ogni 10 µg/m^3 di incremento giornaliero della concentrazione di PM2.5. Una analisi comprensiva di 12 coorti Europee, che hanno valutato gli effetti a lungo termine, ha trovato un aumento del 13% di eventi coronarici ogni 5 µg/m^3 di incremento delle PM2.5 su base annuale. L'esposizione a rumore stimola un aumento della riposta simpatica (reazioni di attacco) e un aumentato rilascio di corticosteroidi (reazioni di difesa). Nel 2018 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha pubblicato le nuove line guida che riportano un aumento dell'8% dei casi incidenti di patologie ischemiche cardiache ogni 10 dB(A) di aumento al rumore del traffico stradale. Il rumore del traffico e l'inquinamento ambientale impattano la salute attraverso meccanismi diversi, ma hanno anche alcuni effetti biologici comuni. In uno studio di coorte recente, non abbiamo trovato indicazioni a supporto di un effetto sinergico o antagonista dall'esposizione combinata a rumore e inquinamento ambientale. Uno studio che ha valutato il carico ambientale delle malattie in Europa ha concluso che l'inquinamento ambientale e il rumore veicolare sono i due più importanti fattori di rischio per la popolazione che vive in Europa.

Parole chiave: particelle ultrafini, rumore, patologie cardiovascolari.

Air pollution and cardiovascular diseases

Ambient air pollutants include both, gaseous contaminants and particulate matter (PM) of different size fractions such as PM10 (diameter <10 µm), PM2.5 (<2.5 µm) or ultrafine particles (<0.1 µm). The smaller the particles and the less water soluble, the deeper they penetrate into the lung. PM is either primary or secondary in origin and is generated naturally (pollen, spores, salt spray, and soil erosion) and by human activities like agriculture, industrial process, traffic, heating or construction work.

Several decades of research provides compelling evidence that exposure to air pollution causes various diseases (Figure 1) (1). Most studies looked into the health effects of PM10 and PM2.5 but there is also growing evidence about health effects from ultrafine particles (2).

Time series studies in Europe and the USA examined the *short term effects* on mortality and demonstrated increases in the cardiovascular mortality rate of about 1% per 10 µg/m^3 increase in daily PM2.5 concentrations. Depending on the constituents of PM, effect size may vary. There are some indications of stronger associations for elemental carbon but effect estimates show a high variability across cities (3).

Cohort studies addressing the *long term effects* on cardiovascular mortality report higher effects than time series study. A recent analysis of 12 European cohort studies with 100'000 people enrolled from 1997 to 2007 found a 13% increased risk of coronary events per 5 µg/m^3 increase in estimated annual mean PM2.5 and a 12% increased risk of coronary events per 10 µg/m^3 increase in estimated annual mean PM10 (4).

Transportation noise and cardiovascular diseases

Very high noise levels (> 85 dBA) is leading to hearing loss due to its direct damaging effects on hair cells of the inner ear (5). However, for negative effects on the cardiovascular system other pathways are relevant, which involves the cognitive perception and the physiological reaction to noise exposure at lower levels. In this context noise is defined as unwanted sound. Noise exposure triggers an increase in sympathetic responses (fight-flight re-

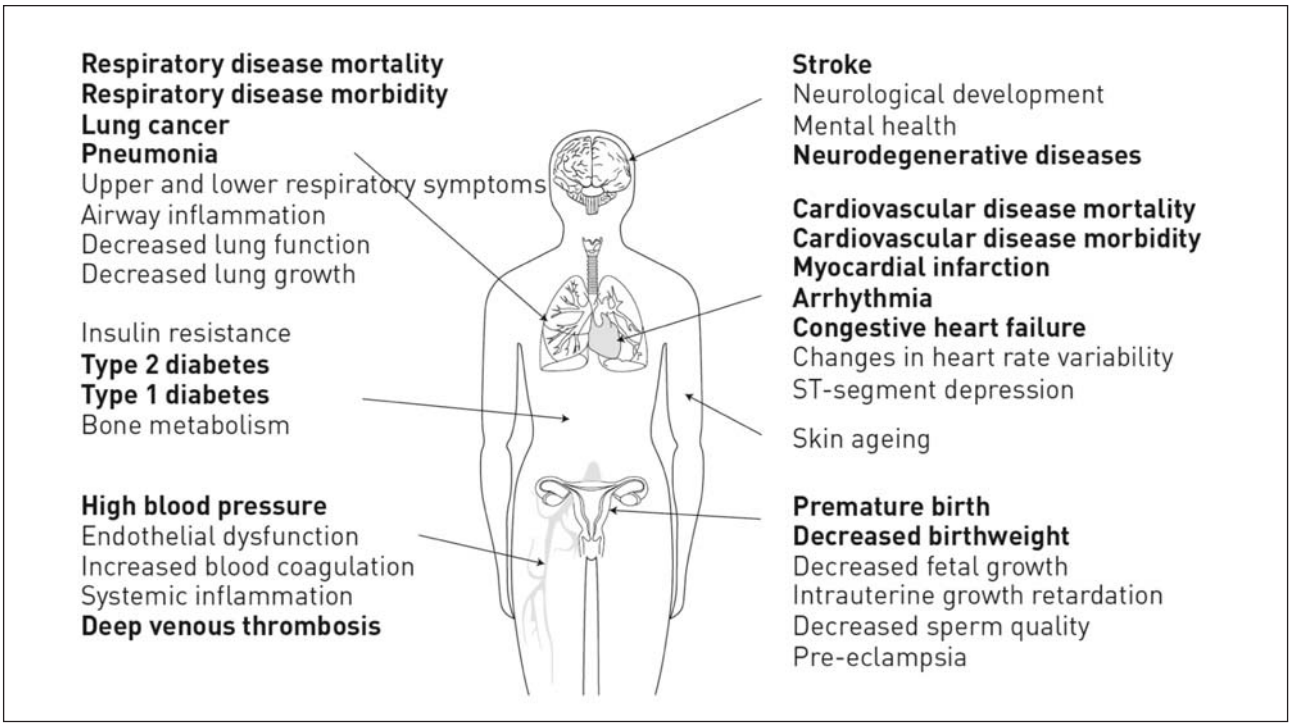


Figure 1. ***Overview of effects from ambient air pollution from Thurston et al, 2017 (1). Bold type indicates conditions currently included in the Global Burden of Disease categories***

actions) and increased release of corticoids (defeat reactions) resulting in an increased blood viscosity, activation of blood coagulation and an increased blood pressure (6). If noise stress persists for many years cardiovascular diseases may develop. Notably, the cognitive perception of noise is not a prerequisite for its adverse cardiovascular effects (7).

In 2018 the World Health Organization (WHO) has published new Environmental Noise Guidelines including systematic reviews for various diseases (7). For incident ischemic heart disease (IHD), road traffic noise was found to be significantly associated with an 8% increase in risk per 10 dB(A) increase in noise exposure (10). Using the GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations) approach, the WHO expert group ranked the quality of evidence for an effect of road traffic noise on IHD as high. For rail and aircraft noise the quality of evidence was ranked lower due to fewer studies of high quality. The WHO recommended L_{den} (equivalent noise level over the whole day) guidelines of 53 dB for road traffic, 54 dB for railway noise and 45 dB for aircraft noise to prevent adverse health effects. To prevent effects on sleep, the WHO recommended nighttime noise levels of 45 dB for road traffic, 44 dB for railway noise and 40 dB for aircraft noise. Since the data collection of the WHO report has ended in August 2015, various high quality cohort studies have led to further support of an association between traffic noise and cardiovascular diseases.In Switzerland, we conducted a nationwide cohort study on cardiovascular deaths between 2000 and 2008 and modeled road traffic, railway and aircraft noise levels at each address of the 4.4 million adults aged >30 years in the Swiss National Cohort (SNC). After adjusting for relevant confounders significant exposure response associations were found for various cardiovascular causes of deaths (Table I). The study also indicated that characteristic of the noise source is also important. Highly fluctuating noise exposure during the night (e.g. from trains and planes) was more strongly associated with acute coronary events, whereas for chronic cardiovascular diseases continuous-like daytime noise exposure (e.g. from a highway) was most relevant (9).

Joint effects of air pollution and cardiovascular diseases

Transportation noise and air pollution impact health through different pathways, though they also share many biologic pathways (10). This raises the questions about potential synergistic or antagonistic effects from combined exposure to noise and air pollution. Further, mutual confounding is also of concern, since transportation noise and air pollution both originate from traffic and correlations between long-term traffic noise and air pollution ranging from 0.16 to 0.72 have been reported in the literature (11). A systematic review of nine studies comprising outcomes such as hospital discharge registers, self-reported medication intake, and mortality found that less than 10% of the effect estimate of noise was attenuated after adjustment for air pollution or vice versa (11). and thus concluded that confounding of cardiovascular effects by noise or air pollution is low. However, the authors concluded that improvements in exposure assessment may change the situation.

In our SNC study we have thus looked closer into this topic by conducting small-scale spatial modelling for

Table I. ***Relative risk per 10 dB increase in noise levels for various cardiovascular causes of death from Héritier et al, 2017 (8). Significant associations are printed in bold***

Cause of death	Source	Excess Risk (%)	95% Confidence intervals	
All cardiovascular diseases	L_{den} Road	**2.5**	**1.8**	**3.2**
	L_{den} Railway	**0.5**	**0.0**	**1.0**
	L_{den} Aircraft	-0.6	-0.15	0.2
Ischemic heart diseases	L_{den} Road	**2.3**	**1.2**	**3.4**
	L_{den} Railway	1.2	0.5	2.0
	L_{den} Aircraft	-0.9	-2.2	0.3
Mycordial infarction	L_{den} Road	**4.0**	**2.1**	**5.9**
	L_{den} Railway	**2.0**	**0.7**	**3.3**
	L_{den} Aircraft	**2.7**	**0.6**	**4.3**
Hypertension related causes	L_{den} Road	**5.3**	**3.0**	**7.5**
	L_{den} Railway	1.1	-0.5	2.7
	L_{den} Aircraft	1.2	-1.5	3.9
Heart Failure	L_{den} Road	**5.1**	**2.7**	**7.4**
	L_{den} Railway	-0.3	-2.0	1.4
	L_{den} Aircraft	5.6	2.8	8.5
Stroke	L_{den} Road	1.1	-0.7	2.8
	L_{den} Railway	-0.5	-1.7	0.8
	L_{den} Aircraft	-0.9	-4.9	3.2

* Multi exposure models adjusted for sex, neighborhood index of socio-economic position, civil tatus, education level, mother tongue, nationality and NO2 exposure

noise and air pollution (NO2 and PM2.5). Overall, we did not find any indications for synergistic or antagonistic effects on myocardial infarction for combined exposure to both types of pollutants. We observed that myocardial infarction was associated with transportation noise, independent from air pollution exposure. Conversely, associations between air pollution and myocardial infarction became smaller after adjustment for noise exposure, in particular in terms of NO2. The study thus suggests that air pollution studies not adequately adjusting for transportation noise exposure may overestimate the cardiovascular disease burden of air pollution. This finding need to be confirmed in future studies applying small scale exposure modelling.

Global burden of air pollution and transportation noise

In 2017, the Global Burden of Disease Risk Factor Collaborators estimated 4.9 million deaths and 147 million disability adjusted life years (DALYs) attributable to indoor and outdoor air pollution on the whole globe (12). A substantial part was attributable to ischemic heart diseases from ambient air pollution (1 million deaths, 22 million DALY's). Occupational noise is estimated to cause 6 million DALY's due to hearing loss. Strikingly, health impact of environmental noise is not included in the Global Burden of Diseases report, possibly reflecting lack of noise exposure data for some parts of the world, which would be needed for these calculations. However, the European Office of the WHO concluded that traffic-related noise accounts for over 1 million DALYs each year in the European Region (13). A study estimating the Environmental Burden of Disease in Europe for nine risk factors concluded that ambient air pollution and transportation noise are the two most relevant environmental stressors for the population living in Europe (14).

In the last decades awareness for detrimental effects from air pollution has substantially increased all over the world. However, awareness for negative health effects from environmental noise is not yet at the same level. It is thus important to better communicate the substantial public health impact from noise on a global scale, while keeping the awareness for health effects from air pollution.

References

1) Thurston GD, Kipen H, Annesi-Maesano I, Balmes J, Brook RD, Cromar K, De Matteis S, Forastiere F, Forsberg B, Frampton MW, Grigg J, Heederik D, Kelly FJ, Kuenzli N, Laumbach R, Peters A, Rajagopalan ST, Rich D, Ritz B, Samet JM, Sandstrom T, Sigsgaard T, Sunyer J, Brunekreef B. A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. Eur Respir J 2017; 49.
2) Ohlwein S, Kappeler R, Kutlar Joss M, Kunzli N, Hoffmann B. Health effects of ultrafine particles: a systematic literature review update of epidemiological evidence. International journal of public health 2019; 64: 547-559.
3) Achilleos S, Kioumourtzoglou MA, Wu CD, Schwartz JD, Koutrakis P, Papatheodorou SI. Acute effects of fine particulate matter constituents on mortality: A systematic review and meta-regression analysis. Environ Int 2017; 109: 89-100.
4) Cesaroni G, Forastiere F, Stafoggia M, Andersen ZJ, Badaloni C, Beelen R, Caracciolo B, de Faire U, Erbel R, Eriksen KT, Fratiglioni L, Galassi C, Hampel R, Heier M, Hennig F, Hilding A, Hoffmann B, Houthuijs D, Jockel KH, Korek M, Lanki T, Leander K, Magnusson PK, Migliore E, Ostenson CG, Overvad K, Pedersen NL, J JP, Penell J, Pershagen G, Pyko A, Raaschou-Nielsen O, Ranzi A, Ricceri F, Sacerdote C, Salomaa V, Swart W, Turunen AW, Vineis P, Weinmayr G, Wolf K, de Hoogh K, Hoek G, Brunekreef B, Peters A. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in

11 European cohorts from the ESCAPE Project. Bmj 2014; 348: f7412.
5) Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. Eur Heart J 2014; 35: 829-36.
6) Lundberg U. Coping with Stress: Neuroendocrine Reactions and Implications for Health. Noise Health 1999; 1: 67-74.
7) WHO. Environmental noise guidelines for the European Region. 2018.
8) Heritier H, Vienneau D, Foraster M, Eze IC, Schaffner E, Thiesse L, Rudzik F, Habermacher M, Kopfli M, Pieren R, Brink M, Cajochen C, Wunderli JM, Probst-Hensch N, Röösli M and group SNCs. Transportation noise exposure and cardiovascular mortality: a nationwide cohort study from Switzerland. Eur J Epidemiol 2017; 32: 307-315.
9) Heritier H, Vienneau D, Foraster M, Eze IC, Schaffner E, Thiesse L, Ruzdik F, Habermacher M, Kopfli M, Pieren R, Schmidt-Trucksass A, Brink M, Cajochen C, Wunderli JM, Probst-Hensch N, Röösli M and group SNCs. Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A nationwide cohort study from Switzerland. International journal of hygiene and environmental health 2018; 221: 556-563.
10) Münzel T, Sørensen M, Gori T, Schmidt FP, Rao X, Brook J, Chen LC, Brook RD, Rajagopalan S. Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part I-epidemiologic evidence supporting a role for noise and air pollution and effects of mitigation strategies. European Heart Journal 2016: ehw269.
11) Tetreault LF, Perron S, Smargiassi A. Cardiovascular health, traffic-related air pollution and noise: are associations mutually confounded? A systematic review. International journal of public health 2013; 58: 649-66.
12) Collaborators GBDRF. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet 2018; 392: 1923-1994.
13) Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe 2011.
14) Hanninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, Rappolder M, Carrer P, Fanetti AC, Kim R, Buekers J, Torfs R, Iavarone I, Classen T, Hornberg C, Mekel OC and Group EBW. Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. Environmental health perspectives 2014; 122: 439-46.

Correspondence: *Martin Röösli, PhD, Professor of Environmental Epidemiology, Head of the Environmental Exposures and Health Unit, Swiss Tropical and Public Health Institute, Associated Institute of the University of Basel, Mailing: Postfach, 4002 Basel, Office: Socinstrasse 57, CH-4051 Basel, Switzerland, Phone: +41 61 284 8383, E-mail: martin.roosli@swissph.ch*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 328-332
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Roberta Paolillo, Nicola Boccella, Stefania D'Apice, Giovanni Esposito, Cinzia Perrino

Limiti e potenzialità dell'analisi combinata epigenetica e trascrizionale su ampia scala per individuare obiettivi terapeutici nelle malattie cardiovascolari

Dipartimento di Scienze Biomediche Avanzate, Università Federico II, Napoli

RIASSUNTO. Le malattie cardiovascolari rappresentano la principale causa di morbilità e mortalità nelle società industrializzate di tutto il mondo. Data la complessa fisiopatologia delle patologie cardiovascolari, un approccio sperimentale in grado di identificare molteplici vie di segnalazione attivate nel cuore potrebbe essere particolarmente efficace nella ricerca di nuovi obiettivi diagnostici, prognostici o terapeutici. Tecniche di ultima generazione consentono indagini ad alta risoluzione su tutto il genoma, il proteoma ed il metaboloma cellulare, nonché sulle modificazioni epigenetiche ed i profili di espressione genica associati. In particolare, l'integrazione di dati epigenetici e trascrizionali nel cuore normale o patologico rappresenta un approccio promettente per identificare le reti molecolari attivate dalle malattie cardiovascolari. Tali metodiche, seppur promettenti ed innovative, possono presentare numerose limitazioni tecniche ed analitiche. In questo lavoro saranno evidenziati brevemente tali aspetti e le possibili strategie per ottimizzare la ricerca di nuovi bersagli terapeutici per le patologie cardiovascolari nell'era post-genomica.

Parole chiave: epigenetica, trascrizione, scompenso cardiaco, malattie cardiovascolari, omics.

ABSTRACT. Lights and shadows of combined epigenomic and transcriptomic profiling to identify novel diagnostic, prognostic or therapeutic targets for cardiovascular diseases. Cardiovascular diseases are the major cause of morbidity and mortality worldwide. Given the complex pathophysiology of cardiovascular diseases, an experimental approach capable of identifying multiple signaling networks activated in the heart upon pathological conditions could be particularly effective to identify new diagnostic, prognostic or therapeutic targets. Latest generation techniques now allow high-resolution investigations of the entire genome, the proteome and the cellular metabolome, as well as epigenetic modifications and associated gene expression profiles. In particular, the integration of epigenomic and transcriptomic data in the normal or pathological heart is a promising approach to identify novel molecular targets. These methods, although promising and innovative, can present several technical and analytical pitfalls. Here we will briefly describe these aspects and possible strategies to optimize the search for new diagnostic or therapeutic targets for cardiovascular diseases in the post-genomic era.

Key words: *epigenetic, transcriptomic, omics, heart falure, cardiovascular diseases.*

1. Introduzione

Dopo il completamento del Progetto Genoma Umano (1) è stato compiuto un enorme sforzo attraverso gli studi di genetica, genomica e genomica funzionale per determinare come questa enorme quantità di dati potesse essere collegata a un fenotipo cardiaco sano o patologico (2). Essendo le patologie cardiovascolari multifattoriali, numerosi meccanismi addizionali relativi alla regolazione epigenetica, trascrizionale, del proteoma o del metaboloma potrebbero essere cruciali per determinare il fenotipo patologico (per un glossario dei termini, vedere Tabella I). L'utilizzo di tecniche "omics" per caratterizzare tali sistemi su ampia scala è uno strumento estremamente potente ed efficace per migliorare la comprensione dei meccanismi molecolari della progressione del cuore sano verso lo scompenso cardiaco e per migliorare la prognosi di questi pazienti.

Rispetto ad un tradizionale metodo scientifico di tipo riduzionistico, secondo cui i complessi fenomeni biologici possono essere studiati semplificando al massimo il sistema e focalizzando l'attenzione su specifici aspetti molecolari, secondo il metodo olistico adottato con l'utilizzo delle tecnologie su ampia scala, è possibile sondare contemporaneamente un enorme numero di elementi nel sistema sperimentale in analisi. Pertanto, mentre nel metodo riduzionistico la ricerca scientifica viene eseguita verificando delle ipotesi formulate in precedenza (hypothesis-driven research), secondo il metodo olistico lo studio del sistema viene eseguito senza formulare alcuna ipotesi preliminare su specifici geni/RNA/proteine/metaboliti potenzialmente responsabili di uno specifico fenotipo (Figura 1). Il principale vantaggio del secondo metodo di ricerca è legato alla maggiore possibilità di identificare nuovi (ed eventualmente sconosciuti) obiettivi molecolari.

Insieme a queste brillanti prospettive, tali tecniche innovative rappresentano anche una nuova e grande sfida. La raccolta, analisi ed interpretazione dell'ampia mole di dati ottenuta (Big Data) richiede solitamente un'attenta e complessa analisi bioinformatica, attrezzature costose e l'integrazione di molteplici professionalità (medico, biologo, ingegnere, informatico, biostatistico, etc.). In particolare, l'integrazione di dati provenienti da molteplici piattaforme di studio (per esempio epigenomica ed analisi

Tabella I. ***Glossario dei termini***

Termine	Definizione
Genetica	Studio di specifici geni e del loro ruolo nell'ereditarietà
Genomica	Studio di tutti i geni, delle loro funzioni e degli effetti biologici
Genomica funzionale	Studio dei cambiamenti nei prodotti genici e come questi cambiamenti mediano la funzione biologica in condizioni normali o patologiche
Genomica comparativa	Studio per confrontare i geni di un organismo con quelli di un altro
Epigenetica	Studio di processi che portano a cambiamenti ereditabili nell'espressione genica senza cambiamenti nella sequenza del DNA
Epigenomica	Studio delle modificazioni epigenetiche attraverso il genoma
Metabolomica	Studio di tutti i metaboliti in un determinato stato biologico
Proteomica	Studio del set completo di proteine all'interno di un campione biologico.
Trascrittoma	Studio del set completo di RNA che sono prodotti dal genoma
Omics	Suffisso aggiunto per indicare studi condotti su scala ampia

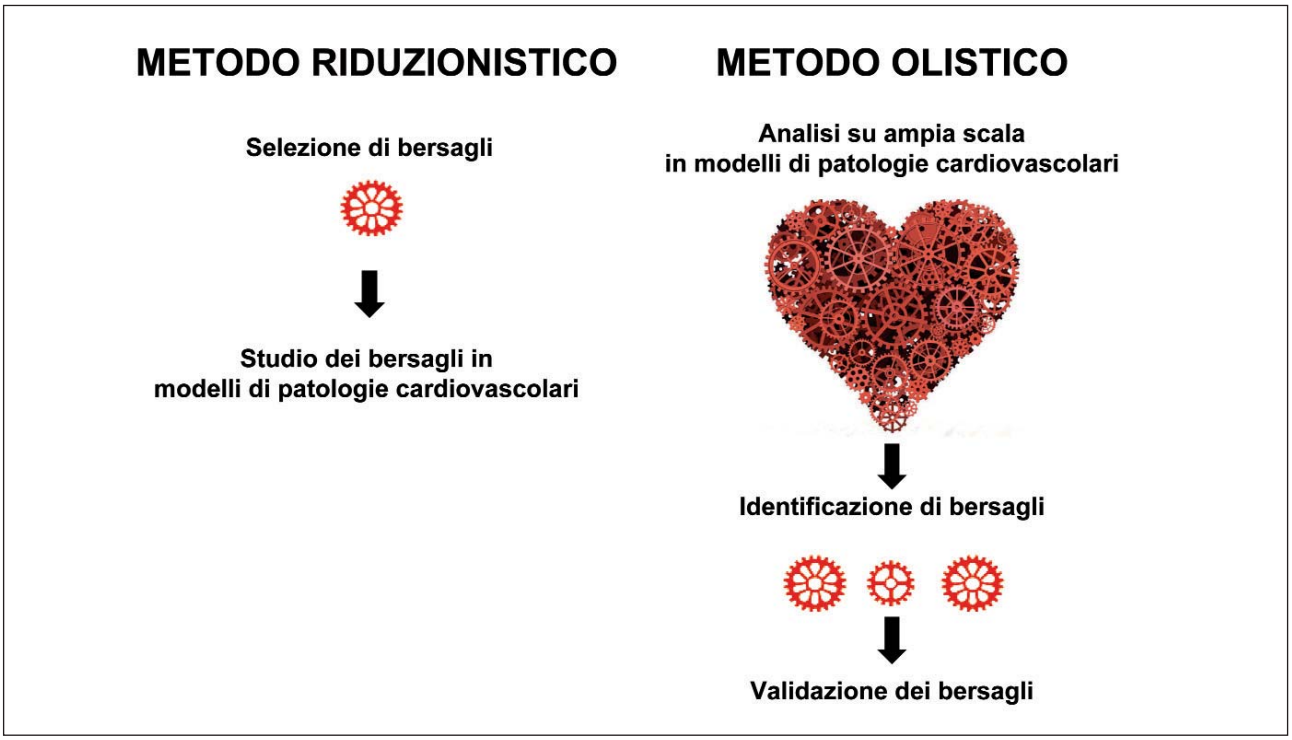


Figura 1

della trascrizione) se da un lato rafforza notevolmente il valore scientifico dei dati ottenuti, d'altro canto presenta delle notevoli difficoltà metodologiche ed analitiche (3). In questo articolo saranno brevemente discussi i vantaggi e gli svantaggi dell'esecuzione di tali studi in ambito cardiovascolare e le potenziali ricadute cliniche di tali applicazioni.

2. Importanza dello studio della trascrizione nel cuore

Con l'introduzione e la diffusione delle tecniche di sequenziamento di ultima generazione, è stato possibile effettuare numerosi studi della trascrizione su ampia scala in campioni cardiaci. Per esempio, gli studi di trascrittomica in modelli animali di ischemia e riperfusione del miocardio ed insufficienza cardiaca ischemica hanno chiaramente dimostrato l'importanza dell'espressione alterata di geni coinvolti nel metabolismo cardiaco, nella crescita e sopravvivenza cellulare, nell'infiammazione, nella struttura del citoscheletro e nel rimodellamento della matrice extracellulare (4). Questi risultati sono stati confermati da numerosi lavori che dimostrano che il condizionamento ischemico innesca un profilo di espressione genica cardioprotettiva nel cuore a livello trascrizionale (2). In condizioni di ischemia, oltre al cambiamento trascrizionale indotto nella regione ischemica, anche il tessuto miocardico "a distanza" non ischemico può subire modifiche del profilo di espressione genica globale del cuore e tali modifiche possono essere responsabili del rimodellamento car-

diaco post-ischemico (5). L'identificazione del profilo di espressione genico globale del cuore in seguito a vari stimoli patologici può aiutare a identificare i principali segnali cardioprotettivi da usare come obiettivi terapeutici, ad es. mediante terapia genica o quelli promotori di aspetti patologici, da neutralizzare o inibire (6).

3. Ruolo dei meccanismi epigenetici nella regolazione della trascrizione nel cuore

Numerosi meccanismi molecolari contribuiscono alla regolazione dell'espressione genica, principalmente l'interazione tra proteine regolatorie (fattori trascrizionali e co-regolatori), specifici tratti del DNA in regioni del gene deputate al controllo dell'espressione e la conformazione stessa della cromatina. Nel corso degli ultimi decenni è apparso evidente come le modifiche epigenetiche possano contribuire in modo determinante alla regolazione dell'espressione genica. Inizialmente, Conrad H. Waddington definì l'epigenetica come qualcosa "al sopra o in aggiunta alla genetica" per spiegare la differenziazione cellulare. Successivamente, l'epigenetica è stata definita come un insieme di modifiche ereditabili dell'espressione genica in assenza di differenze della sequenza del DNA. Tali effetti possono essere indotti da vari meccanismi, tra cui: a) modifiche degli istoni; b) modifiche del DNA; c) regolazione della conformazione della cromatina; d) effetti di RNA non codificanti. L'analisi combinata su ampia scala delle modifiche epigenetiche e del profilo trascrizionale fornisce la possibilità di analizzare in dettaglio i meccanismi responsabili dell'espressione genica in condizioni normali e patologiche, identificando snodi molecolari cruciali a scopo diagnostico o terapeutico.

Numerose modifiche post-traduzionali degli istoni sono state descritte in letteratura, con effetti diversi sulla trascrizione. Utilizzando una combinazione di immunoprecipitazione della cromatina e sequenziamento dell'intero del trascrittoma, è stato recentemente dimostrato che il sovraccarico di pressione nel topo promuove l'attivazione di alcuni geni e la repressione di altri e che tali modifiche trascrizionali sono frequentemente associate ad uno specifico assetto epigenetico di modifiche istoniche che promuovono o inibiscono la trascrizione (7,8). Questi ed altri studi dimostrano che, piuttosto che un singolo segnale molecolare, la combinazione di diverse modificazioni istoniche contribuisce alla creazione di un codice epigenetico che facilita o inibisce la trascrizione del gene.

La metilazione del DNA è stata la prima modificazione epigenetica del DNA identificata ed anche una delle più studiate. Il processo consiste nel legame di un gruppo metile alla citosina (5mC) quando quest'ultima è seguita da una guanina nel dinucleotide CpG. A differenza delle modifiche istoniche, la metilazione del DNA è costantemente associata a silenziamento genico e, nel cuore, è un processo altamente dinamico nella crescita post-natale dei cardiomiociti e nell'adattamento al sovraccarico patologico (9). Studi recenti hanno inoltre dimostrato che un prodotto di ossidazione della 5mC, la 5-idrossimetilcitosina (5-hmC) controlla l'espressione dei cardiomiociti nel corso della sviluppo embrionale ed in risposta a sovraccarichi patologici (10).

In campioni cardiaci di pazienti con scompenso cardiaco allo stadio terminale, sono stati identificate differenze nella metilazione del DNA e profili distinti di metilazione dell'istone H3 (11,12). In campioni di pazienti con cardiomiopatia dilatativa idiopatica sono state identificate differenze di metilazione in diversi geni correlati a malattie cardiache o con funzione sconosciuta (13,14). Inoltre, elementi ripetuti di DNA satellite sono stati trovati significativamente ipo-metilati nei cuori cardiomiopatici allo stadio terminale rispetto ai normali controlli sani (15). Queste evidenze suggeriscono un ruolo importante delle modificazioni epigenetiche nello scompenso cardiaco umano. Tuttavia, non è ancora chiaro se ed in che successione temporale tali modificazioni epigenetiche possano essere coinvolte nello sviluppo e nella progressione della disfunzione cardiaca e se la loro modulazione potrebbe migliorare il fenotipo.

4. Influenza dei fattori di rischio, comorbidità e del loro trattamento farmacologico

Diversi fattori di rischio, comorbidità e trattamenti farmacologici dei pazienti affetti da malattie cardiovascolari possono modulare il profilo di espressione genica del cuore. Per esempio, l'espressione di numerosi geni è stata alterata in cuori di ratto sottoposti ad una dieta ricca di colesterolo per 2 mesi (16), in topi sottoposti a dieta grassa (17) e in cani dopo 9 settimane di dieta ad alto contenuto di grassi. Nei cani alimentati con un cibo ricco di grassi per 9-24 settimane, è stata rilevata una diminuzione nel tempo dell'espressione di diversi geni implicati nelle patologie cardiache legate all'obesità, come ipertrofia e fibrosi (18). Sfortunatamente non sono disponibili dati umani rilevanti sull'effetto dei fattori di rischio cardiovascolare o delle varie comorbidità sui profili di espressione genica globale del cuore normale o patologico. Sebbene uno studio abbia dimostrato che il pattern di espressione genica dell'atrio umano è significativamente alterato nell'obesità (19), finora non sono disponibili dati su campioni ventricolari. Allo stesso modo, numerosi farmaci attualmente usati per trattare le comorbidità delle patologie cardiovascolari potrebbero modificare la risposta del cuore allo stress attraverso diversi meccanismi, incluso il cambiamento nel pattern di espressione genica cardiaca (20). L'identificazione di specifici profili epigenetici e trascrizionali associati a particolari condizioni potrebbe avere importanti futuri risvolti diagnostici, prognostici e terapeutici.

5. Prospettive e limitazioni degli studi epigenomici e trascrittomici su ampia scala

5.1 Prospettive

La caratterizzazione su ampia scala dell'epigenoma e del trascrittoma fornisce informazioni quantitative sui

cambiamenti epigenetici, sull'espressione genica e sulle varianti di splicing, consente di studiare tali variazioni nel cuore durante la progressione della malattia e in risposta a cambiamenti ambientali o trattamenti. Tali approcci forniscono grandi quantità di dati che possono essere usati per la valutazione imparziale dei processi fisiopatologici senza assunzioni a priori. L'analisi di questi dati ottenuta mediante complessi processi bioinformatici rappresenta una grande opportunità per i ricercatori per ottenere nuove importanti informazioni sui meccanismi alla base della risposta del cuore agli insulti e della progressione verso lo scompenso cardiaco. In contrasto con altri approcci mirati a identificare un singolo obiettivo molecolare, questa strategia consente di identificare molteplici obiettivi, a volte sconosciuti. Una volta identificate le reti cruciali, analisi più mirate su specifici meccanismi e bersagli possono offrire il potenziale per una diagnosi e prognosi rapida, test di sicurezza dei farmaci, selezione dei pazienti e stratificazione per le sperimentazioni cliniche. Oltre alle esperienze dei singoli centri, sono stati sviluppati consorzi internazionali per condividere i set di dati, risorse e protocolli, fornendo una grande quantità di informazioni, liberamente disponibili, che potrebbero aumentare in modo esponenziale nel prossimo futuro (21).

5.2 Limitazioni tecniche e sperimentali

I principali problemi tecnici legati all'utilizzo di queste metodiche sono l'eterogeneità dei campioni biologici, la qualità dell'RNA e del DNA (integrità e contaminazione) e l'insufficiente disponibilità di campioni cardiaci umani, in particolare da donatori sani. Data la relativa inaccessibilità del tessuto cardiaco umano, sangue intero o globuli bianchi sono stati considerati come possibili fonti alternative. La logica che supporta l'uso di questi campioni è quella che le cellule cardiache possano rilasciare RNA o DNA epigeneticamente modificato, o che le cellule del sangue potrebbero aver subito cambiamenti simili a quelli dei cardiomiociti (22). Per tali motivi, i modelli animali sono estremamente utili e preziosi, in quanto consentono lo studio dei meccanismi molecolari attivati dal sovraccarico patologico del cuore e la caratterizzazione del ruolo dei diversi tipi cellulati coinvolti. Tuttavia, differenze di espressione specie-specifiche sono state descritte in precedenza (23), ed anche in presenza di elevata omologia tra le specie, potrebbero esserci piccole ma significative differenze nelle vie intracellulari di trasduzione del segnale (24). Qualunque sia l'uso del metodo sperimentale, sarebbe ideale mettere a fuoco specifici tipi cellulari, piuttosto che tutto il tessuto, poiché i cambiamenti potrebbero essere piccoli e diluiti dalla presenza di cellule non colpite primariamente. A questo proposito, sarebbe fondamentale definire il bersaglio cellulare e descrivere i metodi di isolamento, caratterizzazione, di coltura ed eventualmente dei trattamenti, poiché potrebbero causare cambiamenti nell'espressione di RNA e dei profili epigenetici, influenzando così l'analisi (25). La maggior parte degli studi finora ha analizzato dati statici di espressione, come istantanee in diversi stati patologici. Al contrario, un approccio dinamico che descrive i cambiamenti nei profili di espressione in diversi punti temporali durante il corso di una malattia consentirebbe di formulare nuove ipotesi biologiche (26). In generale, al fine di ridurre la variabilità tra i diversi studi, dovrebbero essere sempre impiegati metodi robusti e semplici, strumentazioni gold-standard e solo protocolli ampiamente validati per ottenere campioni di partenza ottimali.

5.3 Identificazione del bersaglio: importanza della bioinformatica

Un aspetto critico nella ricerca di nuovi obiettivi nell'era post-genomica probabilmente non è più la generazione di dati, ma piuttosto l'analisi dei dati e la loro interpretazione. Ciò richiede solitamente un lavoro di squadra interdisciplinare di medici, biologi, biochimici, bioinformatici e statistici. Le attività bioinformatiche includono lo sviluppo di algoritmi e statistiche per valutare le relazioni tra i membri di queste grandi serie di dati, la capacità di analizzare e interpretare diversi tipi di sequenze, domini e strutture e capacità di sviluppare o implementare strumenti che consentano un accesso e una gestione efficienti di diversi tipi di informazioni. Quindi, combinando concetti biologici con strumenti informatici o metodi statistici è possibile ipotizzare bersagli diagnostici, prognostici o terapeutici. Nonostante l'abbondanza di dati a livello trascrittomico ed epigenomico, c'è una sorprendente carenza di strumenti statistici mirati alla loro analisi integrata. Mentre più programmi e i servizi web sono disponibili per l'analisi dei dati omics singoli, la maggior parte di questi strumenti esegue solo un'attività specifica ed in genere richiede complesse conversioni di file. Per esplorare meglio e integrare più modalità di dati omics, sarebbe necessaria una semplificazione dei metodi bioinformatici. Per tali motivi, la ricerca collaborativa è solitamente la regola in questo campo e richiede una standardizzazione del formato dei dati e accesso possibile ai dati da più utenti sul web. La sicurezza e controllo appropriato dell'accesso ai dati, la protezione della privacy, la necessità di backup, problemi etici, la disponibilità in tempo reale e infine, la mobilità dei dati rappresentano ulteriori criticità di questa tipologia di ricerca.

5.4 Validazione del bersaglio

Dopo l'identificazione di bersagli attraverso strumenti bioinformatici, è essenziale la loro validazione sperimentale mediante l'utilizzo di sistemi cellulari in vitro e di modelli in vivo di patologia cardiovascolare (2,20). I bersagli identificati con l'analisi bioinformatica dovrebbero essere sempre validati, al fine di evitare la generazione di dati puramente descrittivi e previsioni speculative.

6. Conclusioni

L'integrazione degli studi epigenetici e di trascrizione su ampia scala rappresenta una notevole opportunità scientifica per migliorare la conoscenza dei fenomeni biologici e delle reti molecolari attivate nel cuore dai sovraccarichi di tipo patologico e per identificare nuovi bersagli molecolari. Tali metodiche, seppur promettenti ed innovative, possono presentare numerose limitazioni tecniche ed analitiche che richiederanno interventi multidisciplinari,

l'utilizzo di protocolli standard condivisi, di piattaforme analitiche più facilmente accessibili e la possibilità di condividere i risultati ottenuti in modo semplice e diretto.

Bibliografia

1) Lander ES, Linton LM, Birren B, et al. International Human Genome Sequencing Consortium. Initial sequencing and analysis of the human genome. Nature 2001; 409(6822): 860-921.
2) Varga ZV, Giricz Z, Bencsik P, et al. Functional genomics of cardioprotection by ischemic conditioning and the influence of comorbid conditions: implications in target identification. Curr Drug Targets Cardiovasc Res 2015; 16(8): 904-11.
3) Perrino C, Barabàsi AL, Condorelli G, et al. Epigenomic and transcriptomic approaches in the post-genomic era: path to novel targets for diagnosis and therapy of the ischaemic heart? Position Paper of the European Society of Cardiology Working Group on Cellular Biology of the Heart. Cardiovasc Res 2017; 113(7): 725-36.
4) Raghow R. An 'Omics' perspective on cardiomyopathies and heart failure. Trends Mol Med 2016; 22(9): 813-27.
5) Simkhovich BZ, Abdishoo S, Poizat C, et al. Gene activity changes in ischemically preconditioned rabbit heart gene: discovery array study. Heart Dis 2002; 4(2): 63-9.
6) Madonna R, Van Laake LW, Davidson SM, et al. Position Paper of the European Society of Cardiology Working Group Cellular Biology of the Heart: cell-based therapies for myocardial repair and regeneration in ischemic heart disease and heart failure. Eur Heart J 2016; 37(23): 1789-98.
7) Papait R, Cattaneo P, Kunderfranco P, et al. Genome-wide analysis of histone marks identifying an epigenetic signature of promoters and enhancers underlying cardiac hypertrophy. Proc Natl Acad Sci USA 2013; 110(50): 20164-9
8) Angrisano T, Schiattarella GG, Keller S, et al. Epigenetic switch at atp2a2 and myh7 gene promoters in pressure overload-induced heart failure. PLoS One 2014; 9(9): e106024.
9) Gilsbach R, Preissl S, Grüning BA, et al. Dynamic DNA methylation orchestrates cardiomyocyte development, maturation and disease. Nature Communications 2014; 5:5288.
10) Greco CM, Kunderfranco P, Rubino M, et al. DNA hydroxymethylation controls cardiomyocyte gene expression in development and hypertrophy. Nature Communications 2016; 7: 12418.
11) Movassagh M, Choy MK, Goddard M, et al. Differential DNA methylation correlates with differential expression of angiogenic factors in human heart failure. PLoS One 2010; 5(5): e8564.
12) Movassagh M, Choy MK, Knowles DA, et al. Distinct epigenomic features in end-stage failing human hearts. Circulation 2011; 124(22): 2411-22.
13) Meder B, Haas J, Sedaghat-Hamedani F, et al. Epigenome-Wide Association Study Identifies Cardiac Gene Patterning and a Novel Class of Biomarkers for Heart Failure. Circulation 2017; 136(16): 1528-44.
14) Haas J, Frese KS, Park YJ, et al. Alterations in cardiac DNA methylation in human dilated cardiomyopathy. EMBO Mol Med 2013; 5(3): 413-29.
15) Haider S, Cordeddu L, Robinson E, et al. The landscape of DNA repeat elements in human heart failure. Genome Biol 2012; 13(10): R90.
16) Puskas LG, Nagy ZB, Giricz Z, et al. Cholesterol diet-induced hyperlipidemia influences gene expression pattern of rat hearts: a DNA microarray study. FEBS Lett 2004; 562(1-3): 99-104.
17) Georgiadi A, Boekschoten MV, Muller M, et al. Detailed transcriptomics analysis of the effect of dietary fatty acids on gene expression in the heart. Physiol Genomics 2012; 44(6): 352-61.
18) Philip-Couderc P, Smih F, Hall JE, et al. Kinetic analysis of cardiac transcriptome regulation during chronic high-fat diet in dogs. Physiol Genomics 2004; 19(1): 32-40.
19) Philip-Couderc P, Pathak A, Smih F, et al. Uncomplicated human obesity is associated with a specific cardiac transcriptome: involvement of the Wnt pathway. FASEB J 2004; 18(13): 1539-40.
20) Ferdinandy P, Hausenloy DJ, Heusch G, et al. Interaction of risk factors, comorbidities, and comedications with ischemia/reperfusion injury and cardioprotection by preconditioning, postconditioning, and remote conditioning. Pharmacol Rev 2014; 66(4): 1142-74.
21) Rivera CM, Ren B. Mapping human epigenomes. Cell 2013; 155(1): 39-55.
22) Esposito G, Perrino C, Schiattarella GG, et al. Induction of mitogen-activated protein kinases is proportional to the amount of pressure overload. Hypertension 2010 Jan; 55(1): 137-43.
23) McCarroll SA, Murphy CT, Zou S, et al. Comparing genomic expression patterns across species identifies shared transcriptional profile in aging. Nat Genet 2004; 36(2): 197-204.
24) Kooij V, Venkatraman V, Tra J, et al. Sizing up models of heart failure: proteomics from flies to humans. Proteomics Clin Appl 2014; 8(9-10): 653-64.
25) DeLaughter DM, Bick AG, Wakimoto H, et al. Single-cell resolution of temporal gene expression during heart development. Dev Cell 2016; 39(4): 480-90.
26) Ferrazzi F, Bellazzi R, Engel FB. Gene network analysis: from heart development to cardiac therapy. Thromb Haemost 2015; 113(3): 522-31.

Corrispondenza: *Cinzia Perrino MD PhD FESC, Dipartimento di Scienze Biomediche Avanzate, Università Federico II, Via Pansini 5, 80131 Napoli, Italy, Tel. +39 081 746 2234, Fax +39 081 746 2223, E-mail: perrino@unina.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 333-336
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Giovanni Veronesi[1], Marco Cavicchiolo[2], Marco M. Ferrario[1,2,3]

Allostatic Load as a mediator of the association between psychosocial risk factors and cardiovascular diseases. Recent evidence and indications for prevention

[1] Centro Ricerche EPIMED - Epidemiologia e Medicina Preventiva, Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi dell'Insubria, Varese
[2] Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università degli Studi dell'Insubria, Varese
[3] SC Medicina del Lavoro e Tossicologia, ASST Sette Laghi, Varese

ABSTRACT. Aims. ***Some categories of workers are more vulnerable to the detrimental effect of job strain on cardiovascular risk. We investigate allostatic load, the physiological "wear and tear" resulting from adaptation to chronic stress, as a candidate pathway to explain such vulnerability.***
Methods. ***We selected 25-64 years old salaried workers participants to three population-based cohorts. We defined allostatic load (AL) as the sum of z-scores of 9 selected biomarkers; occupational classes (OCs) from the Erikson-Goldthorpe-Portocarero schema; and job strain (JS) according to Karasek's demand-control model. We adopted the Oaxaca-Blinder decomposition to disentangle the OC gradient in AL into the differential exposure (attributable to different JS prevalence across OCs) and the differential vulnerability (attributable to a different effect of JS on AL across OCs) components.***
Results. ***In the n=2010 workers (62% men, 34% manuals), OCs, but not JS categories, were associated with AL, independently of age and gender (p-value: 0.02). In the overall sample, JS did not have an effect on the OC gradient in AL. Conversely, in workers with sleep impairment, depression, or not engaged into physical activity, JS had a positive differential vulnerability coefficient of 0.63 (95%CI 0.05 to 1.21).***
Conclusions. ***In manual workers with impaired capacity of response, job strain is associated with a disproportional allostatic load accumulation.***

Key words: *allostatic load, job strain, vulnerability, occupational class, Oaxaca-Blinder decomposition.*

RIASSUNTO. Ruolo di mediazione del carico allostatico nelle relazioni tra condizioni psico-sociali e malattie cardiovascolari. Quali evidenze e quali indicazioni per la prevenzione. ***Obiettivi.*** **Alcune categorie di lavoratori sono maggiormente vulnerabili agli effetti negativi dello stress lavoro-correlato sul rischio cardiovascolare. Vogliamo indagare l'accumulo di carico allostatico come possibile meccanismo d'azione.**
Metodi. **Lo studio comprende lavoratori salariati di età 25-64 anni reclutati in 3 coorti di popolazione. Abbiamo definito il carico allostatico (CA) come somma di z-score di 9 biomarcatori; le classi occupazionali (CO) secondo lo schema Erikson-Goldthorpe-Portocarero; ed il job strain (JS) con modello di Karasek. Tramite decomposizione di Oaxaca-Blinder, il gradiente occupazionale in CA è stato decomposto nella somma di due componenti:** ***differential exposure*** **(dovuta a diversa prevalenza di JS nelle CO) e** ***differential vulnerability*** **(diverso effetto di JS sul CA nelle diverse classi).**
Risultati. **Tra i 2010 lavoratori (62% uomini, 34% manuali), le classi occupazionali, ma non le categorie di JS, risultano**

Introduction

In the working population, perceived work stress is a well-known and independent risk factor for cardiovascular (CV) diseases, with an estimated increased risk between 32% and 45% as compared to a reference "no-stress" category (1). Recent literature allows identifying specific subgroups of workers in which job strain plays an even stronger role as CV risk factor. This is the case for routine non-manual and manual workers (2); for sedentary workers who are not engaged into any sport physical activity (3); and for hypertensive workers with impaired sleep (4). Once identified, these "frail" or "vulnerable" workers should constitute the preferred target for interventions at the workplace designed to reduce cardiovascular risk in the working as well as in the general population (5).

Two underlying mechanisms of action have been advocated to explain the association between work stress and CV disease. The first one is an indirect effect thought lifestyles and behavioral risk factors; and the second is a direct effect on the neuroendocrine stress pathway (6). The latter accounts for about two thirds of the total effect (7), and it involves the physiological response of the body to the external stressors and its ability to adapt to the surrounding environment. To this extent, the term "allostatic load" indicates the physiological "wear and tear" resulting from adaptation to chronic stressors (8). In the general population as well in the workforce, allostatic load has been conceptualized as a mediator of the pathway linking socio-economic status and psychosocial risk factors, including work stress, with chronic and CV diseases (6,9). As an exemplification, in the context of a multi-national collaborative study of prospective cohorts, our research group is investigating the complex interplay between education, allostatic load, and CV risk. In a two-step analyses plan, we will first estimate the educational class gradient in allostatic load and its major determinants; and then investigate the role of allostatic load as a mediator of the well-established educational gradient in cardiovascular disease incidence (10).

However, despite the clear conceptual framework, so far only a few studies have actually investigated the association between work stress and allostatic load in the

associate con il CA, indipendentemente da età e sesso (p-value: 0.02). Nel campione complessivo, JS non ha alcun effetto sul gradiente occupazionale nel CA. Tuttavia, nel sotto-gruppo di lavoratori con disturbi del sonno, disturbi depressivi e che non praticano attività fisica, la componente di *differential vulnerability* legata al JS è positiva (0.63; CI95%: 0.05-1.21).
Conclusioni. **I lavoratori manuali con ridotta capacità di risposta sono più vulnerabili ad accumulo di carico allostatico legato a job strain.**

Parole chiave: carico allostatico, stress lavoro-correlato, fragilità, classi occupazionali, decomposizione di Oaxaca-Blinder.

working population, with heterogeneous study settings and inconsistent findings (see Table I). In addition, the evidence reported above (2-4) suggest that specific subgroups of workers may be more vulnerable to the effect of work stress on allostatic load; i.e. as compared to other workers, they may fail to adapt in presence of the same amount of external stress conditions. According to this hypothesis, the difference in allostatic load between two groups of workers is the resultant of two distinct mechanisms, namely: *differential exposure,* due to a different work stress distribution; and *differential vulnerability,* due to an increased susceptibility to work stress and to a lower capacity of response (11). To this extent, the Oaxaca-Blinder decomposition has been recently applied to the epidemiology field as a method to estimate the two components (12).

In the current analysis, we aimed at estimating the gradient in allostatic load between manual and non-manual workers, in a sample of salaried employees aged 25-64 years old at recruitment in population-based cohorts conducted in the Brianza area (Northern Italy). Furthermore, we assessed the contribution to the occupational class gradient in allostatic load of job strain in terms of *differential exposure* and *differential vulnerability*, estimated with the Oaxaca-Blinder method. Finally, we hypothesized that the differential vulnerability effect of job strain was larger among workers with impaired capacity of response, as represented by the presence of moderate or critical depression symptoms, sleep impairment, and no sport physical activity.

Materials and methods

The study sample comprises three large population-based cohorts with baseline visit between 1989 and 1994 as part of the MONICA-Brianza and the PAMELA Study (2,3). From the original cohorts, we selected individuals aged 25 to 64 years old and employed as salaried workers at baseline (n=2476). At baseline, participants underwent a full physical examination, and a fasting blood sample was drawn. The Allostatic Load score was computed as the sum of z-scores for 9 different markers from the metabolic (blood glucose, total and HDL-Cholesterol, triglycerides and body mass index), the cardiovascular (systolic and diastolic blood pressure), the inflammatory (white blood cell count) and the organ damage (estimated Glomerular Filtration Rate (13)) systems, according to standard literature in the field (14). Furthermore, as extensively reported in previous papers (2,3,15), study participants fulfilled the following validated and standardized questionnaires: the Job Content Questionnaire for perceived job strain; the Baecke Questionnaire for physical activity at work and during sport; the Jenkins Questionnaire for sleep disturbances and duration over the past month; and the Maastricht questionnaire for vital exhaustion. Anamnestic information on diabetes and cardiovascular disease was also recorded from questionnaire, together with lifestyles (alcohol intake and smoking habits), marital status and the number of children. The combination of the latter two defined family responsibility as single/ever married with no children *vs*. ever married with children. Finally, we defined three occupational classes (OCs) from the original Erikson-Goldthorpe-Portocarero classification as managers; routine non-manuals; and

Table I. ***Summary of studies investigating the association between perceived work stress and allostatic load***

#	First Author	Full reference	Country	Study design	Setting	Sample size	Age range	Gender	Work stress	Number of AL markers	Summary of findings
1	Mauss D	Stress 2015;18(4);475-83	GER	Cross-sectional	Industrial workers	3797	15-64	M, W	ERI model	15	High ERI associated with increased AL mean score
2	Juster R	Stress 2013;16(6):616-29	CAN	Cross-sectional	Healthy volunteers	199	20-64	M, W	JCQ model	15	No association in men. Negative association between Job Demand al AL in women
3	Westerlund, H.	PLoS One, 7(4), e35967	SWE	Cross-sectional	Population-based cohort	673	43	M, W	JCQ model	12	JS associated with increased AL only among participants with adversity in adolescence. JS associated with lower AL in men
4	Cuitún Coronado, J.	Int J Environ Res Public Health 2018 Jan 24;15(2)	UK	Longitudinal	Population-based cohort	1020	50+	M, W	ERI model	15	Higher ERI associated with higher AL. Employees had higher AL when they had recently been exposed to ERI

Abbreviations: AL = Allostatic Load; JCQ = Job Content Questionnaire; ERI = Effort Reward Imbalance; GER = Germany; CAN = Canada; SWE = Sweden; UK = United Kingdom; M = Men; W = Women

manual workers (including skilled and unskilled). From the selected n=2476 men and women, we excluded individuals with missing data on allostatic load (n=100), psychosocial variables and physical activity scores (n=356) or on lifestyles (n=10), leaving a final sample for the analyses of 2010 workers (1242 men). We estimated the age and gender-adjusted association between occupational class, job strain categories, and occupational physical activity classes (low, intermediate, and high) with allostatic load using linear regression models. The same approach was repeated on the four allostatic load components mentioned above. To estimate the *differential exposure* and the *differential vulnerability* components in the occupational class gradient in allostatic load, we adopted the Oaxaca-Blinder decomposition method (12), including age, gender, job strain, family responsibility, current cigarette smoking, alcohol intake, and sport physical activity. Briefly, the *differential exposure* is the amount of occupational class gradient in allostatic load that is attributable to a different distribution of the considered factors across OCs. The *differential vulnerability* is the amount of occupational gradient in allostatic load that is attributable to a different effect of the considered factors on the allostatic load across the OCs (12). The decomposition was applied in the overall sample, as well as in sub-groups of workers with impaired capacity of response, defined as: no sport physical activity (n=1350); moderate or critical depression symptoms (Maastricht questionnaire score≥5; n=795); sleep disturbances (either Jenkins Questionnaire Score≥10 or sleep duration≤6 hours or ≥9 hours/night; n=638); presence of the three conditions at the same time (n=283). The statistical analyses were performed with the SAS software release 9.4, while the Oaxaca-Blinder decomposition was estimated using the oaxaca command in STATA (16).

Results

The study sample was characterized by a mean age of 40.2±9.4 years old; 20% were managers, 46% routine non-manuals, and 34% manual workers. After adjustment for age and gender, allostatic load score was associated with occupational class (p-value=0.02), being higher in manual workers (0.312) as compared to managers (-0.166) and routine non-manuals (-0.246). Conversely, there was no association of allostatic load with physical activity at work (p-value = 0.59) nor with job strain (p-value = 0.16). However, a sub-score analyses revealed that high demand was associated with increased metabolic system score (p-value = 0.03) and a decreased organ damage score (p-value = 0.002). The Oaxaca-Blinder decomposition indicated that the occupational class gradient in allostatic load was mainly attributed to a *differential exposure* of age (0.23; 95%CI 0.11 to 0.35), family responsibility (0.12; 0.03 to 0.21) and sport physical activity (0.27; 0.10 to 0.44). We observed no *differential vulnerability* except for male gender (-0.59; -1.12 to -0.06): the negative coefficient indicates that women engaged in manual occupations accumulate more allostatic load that men in the same class. In the overall sample, job strain did not play any role in the occupational class gradient. However, in stratified analyses on workers with impaired capacity of response, it emerged a positive *differential vulnerability* coefficient for job strain. In particular, in the subsample of workers with sleep disturbances, the differential vulnerability coefficient for job strain was 0.39 (95%CI: 0.05 to 0.73), increasing to 0.63 (0.05 to 1.21) when sleep disturbances were observed together with no sport physical activity and moderate to critical depression symptoms.

Discussion and conclusions

In the current cross-sectional analysis on a large sample of salaried workers from Northern Italy, allostatic load was associated with occupational classes, but not with job strain categories. This is in agreement with inconsistent literature results for the demand-control model reported in Table 1. However, the Oaxaca-Blinder decomposition revealed that among workers with impaired capacity of response, exposure to job strain led to a disproportional allostatic load accumulation in manuals as compared to non-manual workers. This finding constitutes a plausible pathway for the interaction between job strain and occupation, physical activity and sleep disturbances on cardiovascular disease risk observed in literature (2-4), and therefore it deserves replication in other contexts. Due to their increased susceptibility to job strain, occupational health interventions should specifically target manual workers in a frailty condition. Our findings suggest that within the allostatic load approach, a few risk factors that may be collected in total worker health programs can help identifying more vulnerable subgroups of employees and to apply strategies to protect them from job strain and other work-related and behavioral risk factors.

References

1) Fishta A, Backé EM. Psychosocial stress at work and cardiovascular diseases: an overview of systematic reviews. Int Arch Occup Environ Health 2015 Nov; 88(8): 997-1014.
2) Ferrario MM, Veronesi G, Bertù L, et al. Job strain and the incidence of coronary heart diseases: does the association differ among occupational classes? A contribution from a pooled analysis of Northern Italian cohorts. BMJ Open 2017 Jan 24; 7(1).
3) Ferrario MM, Veronesi G, Roncaioli M, et al. Cohorts Collaborative Study in Northern Italy (CCSNI) Research Group. Exploring the interplay between job strain and different domains of physical activity on the incidence of coronary heart disease in adult men. Eur J Prev Cardiol 2019 May 20: 2047487319852186.
4) Li J, Atasoy S, Fang X, et al. Combined effect of work stress and impaired sleep on coronary and cardiovascular mortality in hypertensive workers: The MONICA/KORA cohort study. Eur J Prev Cardiol 2019 Apr 27: 2047487319839183.
5) Ferrario MM, Landsbergis P, Tsutsumi A, et al. ICOH Scientific Committee on Cardiology in Occupational Health. Work environment: An opportunity for ground-breaking collaborations in cardiovascular disease prevention. Eur J Prev Cardiol 2017; 24(2 suppl): 4-6.
6) Johnson SC, Cavallaro FL, Leon DA. A systematic review of allostatic load in relation to socioeconomic position: Poor fidelity and major inconsistencies in biomarkers employed. Soc Sci Med 2017 Nov; 192: 66-73.

7) Chandola T, Britton A, Brunner E, et al. Work stress and coronary heart disease: what are the mechanisms? Eur Heart J 2008 Mar; 29(5): 640-8.
8) McEwen BS, Stellar E. Stress and the individual. Mechanisms leading to disease. Arch Intern Med 1993 Sep 27; 153(18): 2093-101.
9) Mauss D, Li J, Schmidt B, et al. Measuring allostatic load in the workforce: a systematic review. Ind Health 2015; 53(1): 5-20.
10) Veronesi G, Tunstall-Pedoe H, Ferrario MM, et al. MORGAM Project. Combined effect of educational status and cardiovascular risk factors on the incidence of coronary heart disease and stroke in European cohorts: Implications for prevention. Eur J Prev Cardiol 2017; 24(4): 437-445.
11) Diderichsen F, Hallqvist J, Whitehead M. Differential vulnerability and susceptibility: how to make use of recent development in our understanding of mediation and interaction to tackle health inequalities. Int J Epidemiol 2019; 48(1): 268-274.
12) Sen B. Using the Oaxaca-Blinder Decomposition as an empirical tool to analyze racial disparities in obesity. Obesity 2014; 22: 1750-55.
13) Inker LA, Schmid CH, Tighiouart H, et al. CKD-EPI Investigators. Estimating glomerular filtration rate from serum creatinine and cystatin C. N Engl J Med 2012; 367(1): 20-9. doi: 10.1056/NEJMoa1114248.
14) Howard JT, Sparks PJ. Does allostatic load calculation method matter? Evaluation of different methods and individual biomarkers functioning by race/ethnicity and educational level. Am J Hum Biol 2016; 28(5): 627-35.
15) Gianfagna F, Veronesi G, Bertù L, Cesana G, Grassi G, Stranges S, Callegari C, Ferrario MM. Influence of sleep disturbances on age at onset and long-term incidence of major cardiovascular events: the MONICA-Brianza and PAMELA cohort studies. Sleep Med 2016; 21: 126-32.
16) Jann B. The Blinder-Oaxaca decomposition for linear regression models. The Stata Journal 2008; 8: 453-79.

Correspondence: *Marco M. Ferrario, Centro Ricerche EPIMED - Epidemiologia e Medicina Preventiva, Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli studi dell'Insubria, Via Rossi 9, 21100 Varese, Italy, Tel. 0332 21 7225, Fax 0332 39 5596, E-mail: marco.ferrario@uninsubria.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 337-340
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Sara Doimo[1], Antonella Cherubini[2], Patrizia Maras[1], Donatella Radini[2], Andrea Di Lenarda[2], Gianfranco Sinagra[1]

Impatto della riabilitazione cardiaca ambulatoriale per la ripresa dell'attività lavorativa del cardiopatico

[1] Dipartimento Cardiovascolare e Scuola di Specializzazione in Malattie Apparato Cardiovascolare, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata, Università di Trieste
[2] S.C. Cardiovascolare e Medicina dello Sport, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata, Trieste

RIASSUNTO. Le patologie cardiovascolari rimangono la principale causa di mortalità e di disabilità nei paesi industrializzati e circa il 50% degli eventi coronarici avviene in pazienti che sono ancora in età da lavoro. Vi sono fattori sia cardiovascolari che psicosociali che influenzano il rientro alle proprie mansioni lavorative e, in questo contesto, l'arruolamento dei pazienti in un programma di Riabilitazione Cardiologica si è dimostrato essere un intervento efficace nel favorire la ripresa dell'attività lavorativa mediante la riduzione dei fattori di rischio cardiovascolare, il miglioramento della capacità funzionale, della qualità di vita e dell'outcome cardiovascolare con la personalizzazione della terapia medica, attività fisica, counseling nutrizionale e psicologico.
La sinergia tra il cardiologo e il medico del lavoro è di fondamentale importanza nel favorire il passaggio dalla fase riabilitativa a quella di ripresa occupazionale, per la quale deve essere espresso un giudizio di idoneità che deve considerare il profilo cardiologico del paziente, le comorbidità, le abilità e gli aspetti psicofisici rapportati alla tipologia di lavoro da svolgere.

Parole chiave: riabilitazione cardiologica, rientro al lavoro, malattie cardiovascolari.

ABSTRACT. The role of ambulatory cardiac rehabilitation on return to work of patients with cardiovascular diseases.
Cardiovascular diseases are the leading cause of morbidity and mortality in developed countries and about 50% of myocardial infarctions occur in working age individuals. Return to work rates are determined by cardiovascular parameters as well as by psychosocial factors and a Cardiac Rehabilitation program after an acute coronary syndrome or coronary revascularization has shown to improve the cardiovascular outcome, occupational recovery and professional reintegration through a multidisciplinary intervention including physical exercise, lipid and blood pressure control, smoking cessation program, nutritional advice, psychological counselling and target-driven pharmacological therapies.
The collaboration between cardiologist and occupational physician is crucial in the transition from illness to an active social position defining the work eligibility with the assessment of cardiological profile, comorbidities, psychological functions, worker's ability and functional capacity.

Key words: *cardiac rehabilitation, return to work, cardiovascular disease.*

Introduzione

Le patologie cardiovascolari rimangono la principale causa di mortalità e di disabilità nei paesi industrializzati, tuttavia negli ultimi decenni, il perfezionamento delle tecniche di rivascolarizzazione coronarica e della terapia medica cardioprotettiva, ha determinato un significativo miglioramento della prognosi di questi pazienti (1), la cui età media al momento dell'evento acuto è compresa tra i 51-59 anni per gli uomini e 70-74 anni per le donne. Circa il 50% degli eventi coronarici avviene in pazienti che sono ancora in età da lavoro (35-65 anni) e la percentuale di soggetti che rientrano alla propria occupazione a 12 mesi dal ricovero ospedaliero, è approssimativamente del 67-93%. È stato dimostrato che i pazienti con malattia cardiovascolare presentano un'aumentata incidenza di depressione con riduzione dei livelli di occupazione e reddito, svolgono minore attività fisica e hanno una percezione inferiore dello stato di salute, rispetto ai soggetti sani (2,3).

In questo contesto, il rientro all'attività lavorativa può essere considerato un indicatore importante di guarigione, che testimonia il passaggio dallo stato di malattia a quello di ruolo attivo nella società che si correla a un benessere psicofisico e a un miglioramento della qualità di vita.

Al raggiungimento di tali obiettivi, risultano di fondamentale importanza il supporto medico e riabilitativo nel condurre i pazienti in un percorso di recupero delle proprie capacità funzionali e di ripresa della propria posizione socioeconomica.

Nella Struttura Semplice di Riabilitazione del Cardiopatico, abbiamo strutturato un percorso di prevenzione secondaria, con lo scopo di ottenere un completo reintegro del paziente nella propria attività lavorativa (4,5).

La riabilitazione cardiologica e il protocollo di Trieste

La riabilitazione cardiologica (RC) è un intervento multidisciplinare, mirato alla riduzione dei fattori di rischio cardiovascolare, al miglioramento della capacità funzionale e della qualità di vita, mediante personalizzazione della terapia medica, attività fisica, counseling nutrizionale e psicologico. L'importanza di riferire questi pa-

zienti a un percorso di RC dopo un infarto miocardico o rivascolarizzazione coronarica, percutanea o chirurgica, è sottolineata nelle linee guida sia europee che americane, le quali attribuiscono alla RC una classe di raccomandazione IA (6-8). Numerosi studi hanno dimostrato i benefici della RC in termini di mortalità e prevenzione di nuove ospedalizzazioni per cause cardiovascolari. La più recente meta-analisi condotta su un campione di 14.486 pazienti appartenenti a 63 trial, ha concluso che, ad un follow-up di 12 mesi, la RC ha determinato una riduzione della mortalità cardiovascolare (RR 0.74; intervallo di confidenza [IC] 95% 0.64-0.86) e di nuove ospedalizzazioni (RR 0.82; IC 95% 0.70-0.96), ma non vi era alcuna influenza sulla mortalità totale, sui nuovi infarti o rivascolarizzazioni (9). In un nostro recente studio, che ha posto a confronto una popolazione di 839 pazienti del mondo reale e non selezionati, arruolati in un programma di cardiologia riabilitativa con una corte di 441 pazienti di un'altra provincia che non hanno potuto accedere alla RC, abbiamo dimostrato mediante un modello di "Regressione logistica di COX" e "Propensity Score Analyses", che la partecipazione al programma di RC era indipendentemente associata a una significativa riduzione di ospedalizzazioni per cause cardiovascolari e di mortalità cardiovascolare in un follow-up mediano di 82 mesi (range interquartile, 60-89) (10).

La RC si è dimostrata efficace anche nel recupero professionale e nel successivo reinserimento alla propria attività lavorativa, indipendentemente dall'età, il genere e la professione dei partecipanti. Una recente meta-analisi di 18 studi, ha dimostrato un incremento della frequenza di rientro al lavoro a 3 mesi dal trattamento riabilitativo, rispetto al trattamento tradizionale in assenza di RC. Dopo 6-12 mesi però, tale effetto si riduce, sottolineando l'importanza di un inserimento precoce al proprio posto di lavoro (2,11).

Nonostante le solide evidenze in termini di benefici ed efficacia della RC, questo servizio è largamente sottoutilizzato. La percentuale di pazienti riferiti a un programma di RC dopo una sindrome coronarica acuta in Italia è tra il 12-18%, mentre è del 40% in Germania e del 42% in Inghilterra (6).

Presso il nostro Dipartimento Cardiovascolare, in accordo con le linee guida, i pazienti iniziano il programma di riabilitazione precocemente dopo la dimissione, in particolare entro due settimane per infarto miocardico con ST sopraslivellato (STEMI) e by-pass coronarico (CABG) e quattro settimane per infarto senza sopraslivellamento del tratto ST (NSTEMI) e angioplastica percutanea elettiva (PCI).

Durante la prima visita viene tracciato il profilo clinico e funzionale del paziente considerando l'età, i fattori di rischio, le limitazioni funzionali, la frazione d'eiezione e il risultato del test del cammino dei 6 minuti alla dimissione. Successivamente, si pianifica il percorso riabilitativo più adatto. Nella nostra struttura sono stati formulati differenti protocolli di RC che hanno come punto di partenza la diagnosi di arruolamento nella RC, il profilo di rischio e le fragilità.

Pazienti arruolati per NSTEMI o PCI elettiva ricevono valutazioni clinico- strumentali fino al raggiungimento dei target di prevenzione secondaria mediante visite programmate in cui personalizzare ed ottimizzare la terapia, test funzionali al cicloergometro ed ecocardiogramma, quando presente disfunzione ventricolare sinistra. I pazienti STEMI e CABG oltre alle periodiche valutazioni clinico-strumentali effettuano anche un percorso di attività fisica in palestra sotto la supervisione del fisioterapista e dell'infermiere dedicato, sempre con stretto monitoraggio telemetrico.

I pazienti considerati "fragili" per età (> 80 anni), comorbidità e severità della malattia coronarica, beneficiano di un programma strettamente personalizzato di controlli cardiologici e di attività fisica.

Tutti i pazienti beneficiano di un counseling con il nutrizionista per strutturare un regime alimentare personalizzato e con lo psicologo (4).

Elementi determinanti il rientro al lavoro

È stato evidenziato in differenti studi che una consistente quota di lavoratori non rientra al proprio lavoro dopo un evento coronarico e spesso, se il lavoratore rientra, vengono ridotte le ore lavorative, le proprie mansioni e in particolare le proprie responsabilità, mentre coloro che ne hanno la possibilità, si ritirano in pensionamento anticipato.

Numerosi sono i fattori che determinano il rientro all'attività lavorativa. In primo luogo, concorrono i fattori cardiovascolari sui quali la RC svolge un ruolo determinante nel superare le criticità che si sviluppano in un contesto di malattia coronarica e favorire il rientro alla propria attività lavorativa (2,3).

Tra gli elementi cardiologici, la frazione di eiezione ventricolare sinistra al momento del ricovero ospedaliero è un importante parametro clinico da valutare nei pazienti sopravvissuti a un evento coronarico. Si è osservato infatti, che lo sviluppo di scompenso cardiaco nella fase post-infartuale, sia durante la degenza che dopo la dimissione ospedaliera, è risultato essere il predittore più importante di mortalità nel follow-up a lungo termine.

In uno studio retrospettivo, condotto presso il nostro Dipartimento Cardiovascolare, che ha arruolato 3078 pazienti che hanno partecipato al programma di RC, il 9% presentava disfunzione ventricolare sinistra all'inizio del percorso riabilitativo. Abbiamo evidenziato che, rispetto ai pazienti con funzione di pompa preservata, coloro che presentavano una disfunzione ventricolare sinistra erano in prevalenza maschi, più anziani e con maggiori comorbidità, quali l'insufficienza renale. Inoltre, abbiamo registrato, a un anno dal termine della riabilitazione, una maggiore incidenza di ricoveri per scompenso cardiaco (5% vs 0.4%, $p<0.01$) e una maggiore mortalità per cause cardiovascolari (9% vs 2%, $p=0.014$), rispetto ai soggetti senza disfunzione. È interessante sottolineare che in questo studio, il 56% dei pazienti con disfunzione cardiaca ha implementato la propria funzione di pompa ventricolare sinistra durante il programma riabilitativo (12).

La capacità di esercizio è un ulteriore importante parametro che viene principalmente valutato mediante il test

ergometrico o il test da sforzo cardiopolmonare con valutazione del consumo di ossigeno. Vi è una dimostrata correlazione tra i parametri ottenuti in questi test e la capacità di svolgere le proprie mansioni lavorative, in particolare in quei lavori in cui è previsto un rilevante impegno fisico. Alcune casistiche riportano il test cardiopolmonare come metodo più obiettivo nel valutare la capacità funzionale rispetto al test ergometrico, per esempio, considerando l'equivalente ventilatorio per il consumo di anidride carbonica (VE/VCO2 slope). Se tale parametro è superiore a 35, vi è una correlazione con una riduzione del 15% della frequenza di rientro al lavoro. Tuttavia, ci sono dati limitati in merito alla determinazione di categorie di capacità funzionale e di carico di lavoro, derivati dei parametri ottenuti al test cardiopolmonare (13).

Rilevante nel determinare il recupero funzionale dopo un evento coronarico è sicuramente la tipologia di trattamento subìto durante il ricovero nella fase acuta dell'evento coronarico. È stato dimostrato che i soggetti sottoposti a by-pass coronarico presentavano un deterioramento cognitivo maggiore rispetto a coloro che venivano trattati con rivascolarizzazione coronarica percutanea (14). Inoltre, coloro che hanno avuto un decorso intraospedaliero complicato da arresto cardiocircolatorio, scompenso cardiaco o che sono stati sottoposti a by-pass coronarico in urgenza, hanno bisogno di un mirato e più deciso intervento riabilitativo per favorire il completo recupero e rientrare al proprio posto di lavoro (15).

Non di minore importanza nell'influenzare il rientro all'attività lavorativa sono le comorbidità quali il diabete mellito, la broncopatia cronica ostruttiva, l'ictus e l'insufficienza renale.

Anche dal nostro Registro della Cardiologia Riabilitativa in cui sono stati inseriti prospetticamente 3088 pazienti, si evince che, nel mondo reale, queste comorbidità gravano su una considerevole quota di pazienti, il 19% era infatti diabetico, il 16% presentava insufficienza renale cronica, lo 0.2% aveva avuto un evento cerebrovascolare e il 10% era affetto da broncopatia cronica ostruttiva (4).

Il reintegro professionale risente inoltre, di fattori non solamente cardiovascolari, ma anche psicosociali, in cui anche la percezione soggettiva dello stato di salute svolge un ruolo importante. Luoghi di lavoro in cui è presente un elevato livello di stress, fisico e mentale, uno stato di ansia o depressione, l'età prossima alla pensione, la bassa scolarità, sono elementi che fungono da barriera al rientro al lavoro. Dall'altro lato, la percezione del recupero dello stato di salute e di poter svolgere le proprie mansioni come avveniva precedentemente al riscontro della patologia cardiovascolare e uno stato socioeconomico elevato, sono invece elementi facilitatori la ripresa dell'attività lavorativa (2,3,16,17).

Strategie favorenti il rientro all'attività lavorativa

Il reintegro del paziente nel proprio posto di lavoro dopo un evento cardiovascolare può essere considerato un percorso che prevede l'interazione di più interventi quali, la RC e programmi di assistenza socio-sanitari che fungano da ponte nel passaggio dalla fase riabilitativa a quella di ripresa occupazionale.

Non ci sono delle specifiche linee guida comuni che permettano di affrontare in maniera univoca questa problematica. Ogni paese europeo applica le strategie che ritiene più consone, considerando le risorse disponibili, le leggi vigenti e l'organizzazione del proprio sistema sanitario.

In Italia, la "Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale" ha redatto le proprie linee guida ponendo in primo luogo l'attenzione sul concetto di idoneità al lavoro, ossia la valutazione delle capacità, abilità e requisiti psicofisici necessari per svolgere una determinata mansione lavorativa. Tale metodo prevede: la valutazione della tipologia di lavoro, l'ambiente lavorativo e la valutazione del lavoratore mediante sorveglianza sanitaria. La correlazione di questi elementi permette di esprimere un giudizio di idoneità, inabilità totale o parziale, inabilità temporanea, idoneità a condizione che vengano osservate prescrizioni adeguate o di idoneità a condizione che siano soddisfatte alcune condizioni (18).

I paesi del nord Europa sono quelli che maggiormente hanno affrontato la tematica di rientro al lavoro dopo un evento cardiovascolare con numerosi contributi scientifici: tuttavia, non sono ancora disponibili modelli validati mediante i quali sia possibile valutare la probabilità di reintegro nella propria attività lavorativa (19).

Conclusioni

Vi sono elementi sia cardiovascolari che psico-sociali che devono essere affrontati per favorire il completo reintegro alle proprie mansioni e la Riabilitazione Cardiologica si è dimostrata uno strumento chiave per il raggiungimento di questi obiettivi.

Devono essere evitati intervalli di tempo eccessivamente lunghi tra il termine del percorso di Riabilitazione Cardiologica e la ripresa del lavoro, considerando anche le caratteristiche proprie di alcuni sottogruppi specifici di pazienti quali i giovani e gli anziani, le donne, ma anche il trattamento ricevuto nella fase acuta e le comorbidità. Inoltre, dovrebbero essere sviluppati a livello europeo, linee guida e protocolli operativi comuni, per garantire a ogni lavoratore il migliore trattamento e la migliore strategia possibile per una efficace ripresa della propria attività lavorativa.

List of Support/Grant: none.

Conflicts of interest: The authors report no relationships that could be construed as a conflict of interest.

Bibliografia

1) Ma J, Ward EM, Siegel RL, Jemal A. Temporal Trends in Mortality in the United States, 1969-2013. JAMA 2015 Oct; 314(16): 1731-9.
2) Reibis R, Salzwedel A, Abreu A, Corra U, Davos C, Doehner W, et al. The importance of return to work: How to achieve optimal reintegration in ACS patients. Eur J Prev Cardiol 2019 Apr; 2047487319839263.

3) O'Hagan FT, Coutu MF, Thomas SG, Mertens DJ. Work reintegration and cardiovascular disease: medical and rehabilitation influences. J Occup Rehabil 2012 Jun; 22(2): 270-81.
4) Doimo S, Maras P, Barbati G, Fabris E, Della Mattia A, Salame K, et al. [Ambulatory cardiac rehabilitation in Trieste: protocols of intervention, activities and outcomes]. G Ital Cardiol (Rome) 2017 Dec; 18(12): 862-70.
5) Maras P, Doimo S, Altinier A, Della Mattia A, Scudeller L, Sinagra G, et al. "PERFSCORE" - a multidimensional score: a simple way to predict the success of cardiac rehabilitation. J Cardiovasc Med (Hagerstown) 2017 Aug; 18(8): 617-24.
6) Greco c, Bovenzi FM, Berti S, Abrignani M, Bedogni F, Ceravolo R, Colivicchi F, De Luca L, Faggiano P, Fattirolli F, Favretto G, Giannuzzi P, Mureddu GF, Musumeci G, Olivari Z, Riccio C, Rossini R TP. Documento ANMCO/GICR-IACPR/GISE L'organizzazione dell'assistenza nella fase post-acuta delle sindromi coronariche. G Ital Cardiol 2014; 15: 3S-27S.
7) Corra U, Piepoli MF, Carre F, Heuschmann P, Hoffmann U, Verschuren M, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitat. Eur Heart J 2010 Aug; 31(16): 1967-74.
8) Smith SCJ, Benjamin EJ, Bonow RO, Braun LT, Creager MA, Franklin BA, et al. AHA/ACCF secondary prevention and risk reduction therapy for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2011 update: a guideline from the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation endorsed by the Worl. J Am Coll Cardiol 2011 Nov; 58(23): 2432-46.
9) Anderson L, Thompson DR, Oldridge N, Zwisler A-D, Rees K, Martin N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. Cochrane database Syst Rev 2016 Jan; (1): CD001800.
10) Doimo S, Fabris E, Piepoli M, Barbati G, Antonini-Canterin F, Bernardi G, et al. Impact of ambulatory cardiac rehabilitation on cardiovascular outcomes: a long-term follow-up study. Eur Heart J 2019 Feb; 40(8): 678-85.
11) Lamberti M, Ratti G, Gerardi D, Capogrosso C, Ricciardi G, Fulgione C, et al. Work-related outcome after acute coronary syndrome: Implications of complex cardiac rehabilitation in occupational medicine. Int J Occup Med Environ Health 2016; 29(4): 649-57.
12) Sara Doimo, Enrico Fabris, Sabrina Chiapolino, Giulia Barbati, Luigi Priolo, Renata Korcova, Andrea Perkan, Patrizia Maras GS. Prognostic Role of Left Ventricular Dysfunction in Patients with Coronary Artery Disease after an Ambulatory Cardiac Rehabilitation Program. Am J Cardiol J Cardiol 2019 (in press).
13) Salzwedel A, Reibis R, Wegscheider K, Eichler S, Buhlert H, Kaminski S, et al. Cardiopulmonary exercise testing is predictive of return to work in cardiac patients after multicomponent rehabilitation. Clin Res Cardiol 2016 Mar; 105(3): 257-67.
14) Ahlgren E, Lundqvist A, Nordlund A, Aren C, Rutberg H. Neurocognitive impairment and driving performance after coronary artery bypass surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2003 Mar; 23(3): 334-40.
15) Descatha A, Dumas F, Bougouin W, Cariou A, Geri G. Work factors associated with return to work in out-of-hospital cardiac arrest survivors. Resuscitation 2018 Jul; 128: 170-4.
16) Jiang Z, Dreyer RP, Spertus JA, Masoudi FA, Li J, Zheng X, et al. Factors Associated With Return to Work After Acute Myocardial Infarction in China. JAMA Netw open 2018 Nov; 1(7): e184831.
17) Scafa F, Calsamiglia G, Tonini S, Lumelli D, Lanfranco A, Gentile E, et al. Return to work after coronary angioplasty or heart surgery: a 5-year experience with the "CardioWork" protocol. J Occup Environ Med 2012 Dec; 54(12): 1545-9.
18) Soleo L, Romano C, Apostoli P. Fitness for work: the SIMLII Health Surveillance Guidelines. Med Lav 2006; 97(3): 491-500.
19) Rollin L, Gehanno J-F. Research on return to work in European Union countries. Occup Med (Lond) 2012 Apr; 62(3): 210-5.

Corrispondenza: *Dr. Sara Doimo, Via Valdoni 7, 34149, Trieste, Italy, Tel. 040 - 399 4477, E-mail: sarozza@gmail.com*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 341-343
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Rossana Borchini[1,2], Marco M. Ferrario[1,2]

Idoneità lavorativa nel cardiopatico: valutare i rischi fisici e psico-sociali

[1] Medicina del Lavoro, Preventiva e Tossicologia - Azienda Socio-Sanitaria Territoriale, Varese
[2] Centro Ricerche EPIMED, Università degli Studi dell'Insubria, Varese

RIASSUNTO. Le malattie cardiovascolari sono la causa principale di morte e disabilità in tutti i Paesi industrializzati, inclusa l'Italia. I significativi progressi nel trattamento delle forme acute e l'efficacia dei programmi di prevenzione hanno contribuito in modo rilevante ad aumentare la sopravvivenza dei pazienti, con un conseguente aumento della prevalenza della patologia, anche nella popolazione in età lavorativa. Da qui la necessità di adeguati programmi di reinserimento sociale dei pazienti, inclusa la ripresa dell'attività lavorativa, per la realizzazione della quale il medico del lavoro svolge un ruolo cruciale, valutando la compatibilità tra le condizioni clinico-funzionali del soggetto e le caratteristiche del lavoro. Sulla base dei dati presenti in letteratura, particolare attenzione va riservata ai rischi lavorativi per i quali il cardiopatico risulta ipersuscettibile, ovvero rischi di tipo ambientale (microclima, altri rischi fisici e chimici), intrinseci alla mansione (impegno fisico), organizzativi e psico-sociali (carichi e ritmi di lavoro, turni di lavoro, responsabilità, job control). È auspicabile una stretta collaborazione tra il medico del lavoro e lo specialista cardiologo per realizzare un adeguato percorso di integrazione lavorativa del paziente cardiopatico ed una periodica rivalutazione dell'adeguata collocazione lavorativa, anche attraverso accertamenti eseguiti durante il lavoro per meglio valutare l'adattamento cardiovascolare alle condizioni lavorative.

Parole chiave: patologie cardiache, ritorno al lavoro, capacità lavorativa, rischi psico-sociali.

ABSTRACT. Work ability in workers with heart disease: assessing physical and psycho-social risks. Cardiovascular diseases are the main cause of death and disability in all industrialized countries, including Italy. Advances in acute phase treatment and increasingly effective rehabilitation programs have determined higher survival rates and a subsequent rise in disease prevalence in working age population. Hence the need for implementing social reintegration programs, including interventions aimed specifically at aiding the process of returning to work, in which the occupational physician plays a crucial role by means of assessing the compatibility between the workers residual clinical and functional capabilities and the characteristics of their job profile. On the basis of recent literature data, particular attention must be paid to occupational risks towards which cardiopathic patients are particularly susceptible, i.e. environmental risks (physical effort), organizational and psycho-social risks (workload and time pressure, shifts, job demand and control). A close collaboration between the occupation physician and the cardiologist to ensure an effective return to work process is highly recommended, as well as periodic re-evaluations of job placement adequacy that can also include clinical examinations, performed during working hours, of the degree of cardiovascular adaptation to working conditions.

Key words: *heart disease, return to work, work ability, psycho-social risks.*

Introduzione

Le malattie cardiovascolari sono la causa principale di morte e di disabilità in tutti i Paesi del mondo occidentale. In Europa sono la causa di circa 3,9 milioni di morti all'anno (circa il 48% di tutte le cause di morte: 54% nelle donne e 43% negli uomini) e la malattia coronarica ne è la forma più frequente (circa il 50%) (1). In Italia queste patologie sono responsabili del 44% di tutti i decessi; in particolare la cardiopatia ischemica è la prima causa di morte, causando il 28% di tutte le morti, mentre gli accidenti cerebrovascolari sono al terzo posto con il 13%, dopo i tumori (1).

Il progressivo, notevole miglioramento del trattamento di queste patologie, in particolare nella loro fase acuta, ha determinato un significativo aumento della sopravvivenza dei pazienti con un conseguente aumento della prevalenza di patologia nella popolazione, riferibile soprattutto alla malattia coronarica (2).

Appare, conseguentemente, fondamentale la realizzazione di adeguati programmi riabilitativi finalizzati alla prevenzione secondaria ed al mantenimento dell'integrazione sociale dei pazienti, nell'ambito dei quali un elemento sostanziale è rappresentato dal mantenimento del lavoro.

Il rientro al lavoro dopo un evento coronarico acuto rappresenta un vantaggio economico per l'individuo e la comunità e, inoltre, migliora l'equilibrio psicologico e la qualità della vita dei pazienti e dei loro familiari (3). È noto, tuttavia, che le cardiopatie possono determinare un'influenza negativa di vario grado sulla capacità lavorativa: riducono la tolleranza allo sforzo limitando la performance fisica; possono condizionare uno stato di ipersuscettibilità verso agenti fisici, chimici, biologici o condizioni organizzative; infine possono rappresentare un rischio di disabilità improvvisa, con possibili conseguenze sulla sicurezza del lavoratore o di terzi (4). Il ruolo del medico del lavoro nel percorso della reintegrazione lavorativa del cardiopatico risulta particolarmente complesso, dovendo esprimere un giudizio sulla compatibilità delle condizioni clinico-funzionali del lavoratore con i rischi lavorativi cui tornerà ad essere esposto, indagando e valutando accuratamente entrambe le componenti.

Inserimento lavorativo del cardiopatico

La prima fase per la definizione dell'idoneità lavorativa del paziente cardiopatico è rappresentata dalla definizione del profilo clinico-funzionale del soggetto, condotta in collaborazione con lo specialista cardiologo, finalizzata a misurare la sua residua capacità funzionale, effettuare una stratificazione prognostica ed individuare specifiche condizioni di ipersuscettibilità.

La valutazione obiettiva dello stato funzionale del paziente può essere raggiunta attraverso test ergometrici: l'ECG da sforzo o il test da sforzo cardiopolmonare (CPET). Quest'ultimo, più complesso e meno utilizzato, dovrebbe in realtà essere preferito nella valutazione funzionale di cardiopatici destinati a lavori che comportino impegno fisico o esposizione a particolari condizioni microclimatiche. Il CPET fornisce in modo standardizzato una misura della capacità aerobica del soggetto, attraverso il tracciato elettrocardiografico e l'analisi dei gas espirati durante lo sforzo (consumo di ossigeno: VO2; produzione di anidride carbonica: VCO2). È possibile identificare e quantificare la riduzione di riserva coronarica, i deficit ventilatori (caratterizzando le componenti respiratorie e cardiogene della dispnea da sforzo) e deficit metabolici, alla base di limitazioni della tolleranza all'esercizio fisico (5). La capacità di lavoro misurata è espressa in termini quantitativi, facendo riferimento a parametri teorici di normalità. Per tale misura vengono utilizzate le Unità Metaboliche o MET, che esprimono il costo di un esercizio in termini di energia ed ossigeno (1 MET = fabbisogno di O2 a riposo: 3,5 ml/kg/min) e che possono essere confrontate con il dispendio metabolico richiesto dallo svolgimento delle attività lavorative, anch'esso espresso in numero di MET. Un altro fondamentale indicatore nella definizione del profilo funzionale del paziente cardiopatico è rappresentato dalla valutazione della funzione sistolica, indagata con l'ECO-cardio e con la misura della frazione di eiezione, che rappresenta un fattore predittivo indipendente di mortalità (6).

La stratificazione prognostica è di particolare rilievo per il rischio di disabilità improvvisa durante lo svolgimento di attività lavorative caratterizzate da rischi infortunistici e con responsabilità verso terzi. Attraverso accertamenti strumentali mirati, di tipo provocativo (ECG da sforzo o CPET, ECO stress) e non (ECOcardio, ECG dinamico) lo specialista cardiologo può valutare l'eventuale ischemia residua, la funzione residua del ventricolo sinistro e condizioni di instabilità elettrica (7,8). In considerazione dell'elevato valore predittivo negativo di questi accertamenti (7), il medico del lavoro può identificare soggetti caratterizzati da un rischio di eventi cardiaci acuti molto basso o trascurabile, per i quali eccessive limitazioni all'idoneità lavorativa risulterebbero ingiustificate e penalizzanti sul piano della conservazione della professionalità.

I rischi lavorativi noti come potenzialmente aggravanti una patologia cardiaca che devono essere valutari nell'espressione del giudizio di idoneità sono sostanzialmente di tipo ambientale (microclima, altri rischi fisici e chimici), intrinseci alla mansione (impegno fisico) ed organizzativi (carichi e ritmi di lavoro, turni di lavoro, responsabilità, job control) (9,10).

La compatibilità tra l'impegno fisico richiesto dalla mansione e le condizioni cliniche del lavoratore può essere stimata con un confronto tra il massimo carico raggiunto dal paziente in occasione del test ergometrico e il dispendio energetico che caratterizza la mansione, valutato indirettamente tramite tabelle di riferimento presenti in letteratura (5) o misurato con appositi *device* che monitorano il dispendio energetico (11). Vari studi e linee guida stabiliscono che un soggetto può sostenere un'attività per un periodo prolungato (i.e. 8 ore al giorno con pause) che comporta un impegno fisico pari al 40% del massimo dispendio energetico raggiunto al test ergometrico, espresso in MET e, in aggiunta, svolgere un'attività caratterizzata da un dispendio energetico pari all'80% del massimo carico raggiunto al test da sforzo per un breve periodo, pari a 15 minuti, per un massimo di due volte al giorno (12-14). Occorre tuttavia ricordare alcune particolari condizioni che determinano un incremento del carico lavorativo cardiaco, come lo sforzo isometrico, il prolungato utilizzo delle braccia e lo stress psicologico, che possono trasformare in trigger attività apparentemente confacenti alla capacità funzionale del lavoratore (15).

Nell'ambito dei fattori di rischio di natura fisica, particolare attenzione meritano le condizioni microclimatiche sull'apparato cardiocircolatorio, come l'esposizione ad alte o basse temperature, che determinano un aumentato del fabbisogno miocardico di O_2, rispettivamente per un'aumentata termodispersione o vasocostrizione, e possono quindi rappresentare un aumentato rischio di attacchi ischemici nei soggetti cardiopatici (16).

Anche gli effetti extrauditivi del rumore possono rappresentare un potenziale aggravamento del quadro clinico del lavoratore cardiopatico: esposizioni prolungate a valori superiori a 85 dB inducono incrementi dei valori di pressione sisto-diastolica e della frequenza cardiaca (17).

È da tempo noto che il lavoratore cardiopatico appare ipersuscettibile alle condizioni di *stress lavoro correlato* e pertanto le condizioni lavorative organizzative vanno considerate con particolare attenzione nel reinserimento lavorativo del cardiopatico. In letteratura sono sempre più numerosi i lavori che riscontrano un'associazione tra stress lavoro correlato e malattie cardiovascolari. Una meta-analisi cumulativa degli studi di coorte pubblicati fino al 2014 indica un eccesso di rischio del 33% per la cardiopatia coronarica e del 24% per l'ictus ischemico, tra i lavoratori caratterizzati da elevato *job strain* rispetto a quelli caratterizzati da bassi livelli di stress (18). Peraltro l'eccesso di rischio per patologie cardiovascolari in soggetti esposti ad elevato *job strain* è stato evidenziato, indipendentemente dalla categoria professionale considerata (addetti ad attività manuali e non manuali), nei lavoratori salariati ma non nei proprietari d'azienda o negli alti dirigenti (19). Un recente studio retrospettivo, effettuato su un'ampia coorte del Nord Italia, ha riscontrato che i fattori di rischio legati a stili di vita e alle condizioni psico-sociali relative al lavoro hanno lo stesso potere predittivo per eventi coronarici acuti ed ictus dei fattori di rischio classicamente cor-

relati con tali patologie cardio-vascolari quali il fumo di sigaretta, l'ipercolesterolemia, il diabete e l'ipertensione arteriosa (20).

Infine, le due principali condizioni di organizzazione del lavoro legate allo stress, ovvero orario di lavoro prolungato e lavoro a turni, risultano associate in modo indipendente al rischio di cardiopatia ischemica ed ictus (18,21) e rappresentando quindi fattori di rischio particolarmente critici per il lavoratore cardiopatico.

Per un'adeguata collocazione lavorativa, dopo aver definito il profilo clinico-funzionale ed aver valutato i possibili rischi a cui il lavoratore cardiopatico risulta ipersuscettibile, appare indicato valutare l'adattamento dell'apparato cardiovascolare alle condizioni lavorative, attraverso indagini strumentali condotte durante il lavoro, quali ECG dinamico, monitoraggio della pressione arteriosa delle 24 ore (ABPM-24h) ed eventuale misurazione del dispendio energetico. Tali indagini devono essere realizzate nelle diverse condizioni lavorative del soggetto (differenti condizioni di impegno fisico, microclimatiche, turnistiche o di responsabilità) per misurarne l'impatto sull'apparato cardiovascolare. Tale valutazione funzionale durante lo svolgimento dell'attività lavorativa risulta indicata non solo nella fase di reintegro al lavoro del paziente cardiopatico, ma anche periodicamente per rivalutarne l'adeguatezza.

Conclusioni

Il medico del lavoro svolge un ruolo fondamentale nel processo di integrazione lavorativa del paziente cardiopatico e, per ogni singolo caso, deve effettuare un'accurata analisi dei rischi lavorativi specifici e la definizione del profilo clinico-funzionale del soggetto. Appare dunque indispensabile una stretta collaborazione tra i medici del lavoro e gli specialisti cardiologi, in particolare gli specialisti della riabilitazione cardiovascolare, per sviluppare e testare protocolli diagnostico-valutativi specifici, finalizzati non solo alla riammissione al lavoro dei lavoratori cardiopatici, ma anche alla periodica rivalutazione dell'adeguatezza della collocazione lavorativa, indagata anche attraverso indagini strumentali effettuate durante il lavoro.

Bibliografia

1) Timmis A, Townsend N, Gale C, et al. European Society of Cardiology: Cardiovascular disease statistics 2017. Eur Heart J 2018; 39(7): 508-579.
2) Townsend N, Wilson L, Bhatnagar P, et al. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update. Eur Heart 2016; J 37: 3232-3245.
3) Stendardo M, Bonci M, Casillo V, et al. Predicting return to work after acute myocardial infarction: Socio-occupational factors overcome clinical conditions. PLOS ONE 2018; 13(12).
4) Borchini R, Ferrario MM. Heart disease and work: from rehabilitation to return to work. Med Lav 2010; 101(2): 50-6.
5) Wassermann K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. Lippicott Williams & Wilkins 4th Editino 2005.
6) Cohn JN, Johnson GR, Shabetai R, et al. Ejection fraction, peak exercise oxygen consumption, cardiothoracic ratio, ventricular arrhythmias, and plasma norepinephrine as determinants of prognosis in heart failure. The V-HeFT VA Cooperative Studies Group. Circulation 1993; 87(6): VI 5-16.
7) Peterson ED, Shaw LJ, Califf RM. Risk stratification after Myocardial Infarction Ann Intern Med 1997; 1, 126(7): 561-582.
8) Gibbons RJ, Miller TD. Noninvasive risk stratification after myocardial infarction: new evidence, new questions. J Am Coll Cardiol 2006; 48(12): 2468-70.
9) Talmage JB, Melhorn JM, Hyman MH. Work ability and return to work. American Medical Association 2011; 2nd Edition.
10) Scafa F, Calsamiglia G, Tonini S, et al. Return to work after coronary angioplasty or heart surgery: a 5-year experience with the "CardioWork" protocol. Occup Environ Med 2012; 54(12): 1545-9.
11) Koeheler K, Drenowatz C. Monitoring Energy Expenditure Using a Multi-Sensor Device–Applications and Limitations of the SenseWear Armband in Athletic Populations. Front Physiol 2017; 8: 903.
12) Astrand PO, Rodahl K. Textbook of Work Physiology. New York, NY: McGraw-Hill; 1977.
13) Cotes JE, Zejda J, King B. Lung function impairment as a guide to exercise limitation in work-related lung disorders. Am Rev Respir Dis 1988; 137: 1089-93.
14) Haskell W, Brachfeld N, Bruce RA, et al. Task Force II: determination of occupational working capacity in patients with ischemic heart disease. J Am Coll Cardiol 1989; 14(4): 1025-34.
15) Mc Cunney RJ: A practical approach to occupational and environmental medicine. Ed Lippincott Williams and Wilkins 3rd edition. 2003.
16) Kristensen TS. Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of epidemiological literature on nonchemical factors. Scan J Work Envion Health 1989; (15): 2245-264.
17) Yang Y, Zhang E, Zang Jet al. Relationship between occupational noise exposure and the risk factors of cardiovascular disease in China A meta-analysis. Medicine 2018; (97): 30.
18) Kivimäki M, Kawachi I. Work Stress as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. Curr Cardiol Rep. 2015; 17(9): 630.
19) Ferrario MM, Veronesi G, Bertù L, Grassi G, Cesana G. Job strain and the incidence of coronary heart diseases: does the association differ among occupational classes? A contribution from a pooled analysis of Northern Italian cohorts. BMJ Open 2017; 7(1).
20) Veronesi G, Borchini R, Landsbergis P, et al. Cardiovascular disease prevention at the workplace: assessing the prognostic value of lifestyle risk factors and job-related conditions. Int J Public Health 2018 Jul; 63(6): 723-732.
21) Dragano N, Siegrist J, Nyberg ST, et al. Effort-Reward Imbalance at Work and Incident Coronary Heart Disease: A Multicohort Study of 90,164 Individuals. Epidemiol 2017; 28(4): 619-626.

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 345-364
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

SESSIONE PLENARIA
I rischi nei laboratori di ricerca

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 346-348
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Domenico M. Cavallo, Andrea Cattaneo, Andrea Spinazzè

I rischi nei laboratori di ricerca: i rischi di tipo chimico

Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia - Università degli Studi dell'Insubria, Via Valleggio 11, 22100 Como

RIASSUNTO. ***Obiettivi.*** **I laboratori di ricerca rappresentano realtà occupazionali peculiari, caratterizzate in genere dall'utilizzo di volumi ridotti di numerosi agenti chimici, spesso usati in miscela, e quindi da una potenziale esposizione ad agenti chimici multipli.**
Metodi. **Obiettivo del lavoro è quello di fornire una breve rassegna dei metodi più utilizzati per la valutazione del rischio chimico negli ambienti di laboratorio, con particolare riferimento a limiti e vantaggi di ognuno.**
Risultati. **L'approccio più spesso utilizzato ai fini della valutazione del rischio chimico in laboratori di ricerca prevede l'uso di un approccio modellistico qualitativo per la valutazione del rischio o quantitativo per la stima dell'esposizione.**
Conclusioni. **Gli algoritmi di valutazione del rischio chimico rappresentano una soluzione utile ai fini dello screening iniziale per la valutazione del rischio chimico nei laboratori di ricerca: la semplicità che contraddistingue questo tipo di algoritmi da una parte li rende facilmente accessibili, dall'altra non consente di prendere in considerazione le particolarità degli scenari espositivi valutati. Per quanto riguarda i modelli di stima dell'esposizione, sebbene questi strumenti abbiano un ampio range di applicabilità, ad oggi manca una validazione solida e completa, che ne valuti l'accuratezza e l'affidabilità in questa peculiare tipologia di scenari di esposizione.**

Parole chiave: laboratori di ricerca, valutazione dell'esposizione, valutazione del rischio, gestione del rischio.

ABSTRACT. Chemical risks in research laboratories.
Aims. ***Research laboratories represent peculiar employment realities, generally characterized by the use of reduced volumes of several chemicals, often used in mixture, thus defining a potential exposure to multiple chemical agents.***
Methods. ***The aim of the study is to provide a brief review of the most widely used methods for assessing chemical risk in laboratories, with particular emphasis on their limits and advantages.***
Results. ***The approach most often used for assessing chemical risk in research laboratories involves the use of a qualitative modeling approach for risk assessment or quantitative exposure assessment tools.***
Conclusions. ***Chemical risk assessment algorithms represent a useful solution for the purposes of the initial screening for the assessment of chemical risk in research laboratories: their ease of use makes them easily accessible, but on the other hand does not allow to take into proper consideration the particularities of the assessed exposure scenarios.***

Introduzione

La procedura di valutazione del rischio chimico (che nella pratica si declina nello studio del ciclo produttivo, delle caratteristiche chimico/fisiche delle sostanze e delle miscele in utilizzo, degli ambienti di lavoro, delle caratteristiche personali dell'operatore e nella caratterizzazione e quantificazione dell'esposizione) non sempre è facilmente praticabile in quelle situazioni di esposizione difficilmente valutabili attraverso un approccio quantitativo-analitico, e che risultano intuitivamente sotto controllo (e per le quali il valutatore tende ad agire attraverso un approccio qualitativo attribuendo al rischio un giudizio di irrilevanza). Un esempio in cui si presenta questo schema sono i laboratori di ricerca: l'utilizzo di agenti chimici nei laboratori di ricerca è in genere caratterizzato da azioni poco dispersive ad elevato controllo, con frequenza variabile e di breve durata che interessano un numero elevato di agenti chimici in quantità limitata, molti dei quali cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione, spesso con proprietà tossicologiche non conosciute (1). Queste condizioni inducono il valutatore a classificare il rischio come non rilevante per la salute dei lavoratori. Tuttavia, sono numerosi gli studi epidemiologici che negli ultimi decenni hanno indagato le cause di morte in coorti di lavoratori nei laboratori di ricerca e ambienti affini. Anche se, in relazione alla popolazione generale, gli studi dimostrano generalmente una mortalità inferiore alle attese, i risultati per alcuni specifici outcome e i confronti con altre coorti di lavoratori mostrano dati spesso contrastanti che suggeriscono di applicare una certa cautela nel formulare giudizi definitivi in merito al potenziale impatto sulla salute (2-10). Obiettivo di questo lavoro è quello di fornire una breve discussione dei metodi utilizzati per la valutazione del rischio chimico negli ambienti di lavoro.

Approccio modellistico alla valutazione del rischio

Ai fini della valutazione del rischio e della quantificazione dell'esposizione, l'approccio strumentale e analitico rimane la prima scelta indicata sia dal D.Lgs. 81/2008 che dal Regolamento REACH. Non sempre però risulta conveniente e/o possibile dar seguito alle indicazioni norma-

Regarding the exposure estimation models, although these instruments have a wide range of applicability, there is no solid and complete validation, which evaluates the accuracy and reliability for this peculiar type of exposure scenarios.

Key words: *research laboratories, exposure assessment, risk assessment, risk management.*

tive. Ad esempio, la procedura di valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici nelle attività dei laboratori, presenta connotazioni peculiari rispetto alle valutazioni di attività in cui si fa uso di agenti chimici in cicli produttivi (industriali/professionali), nei quali si è in presenza di livelli d'emissione relativamente alti e sufficientemente costanti nel tempo e per le quali può avere significato condurre indagini ambientali al fine di confrontare i risultati con i valori limite di riferimento.

Pertanto, l'approccio più spesso utilizzato ai fini della valutazione del rischio chimico in laboratori di ricerca prevede l'uso di un approccio modellistico alla valutazione del rischio. In generale tale approccio può essere di tipo qualitativo/semi-quantitativo (algoritmi per la stima del rischio) o quantitativo (modelli di stima dell'esposizione). Gli algoritmi di stima del rischio e di stima dell'esposizione riducono i fenomeni studiati a relazioni matematiche nelle quali più fattori intervengono nella modulazione del risultato finale. Si tratta dunque di un approccio semplificato che diventa più complesso e accurato in base alla pertinenza dei fattori individuati, al peso ad essi assegnato e alle basi concettuali sulle quali poggiano. Tali algoritmi sono perfezionati con l'obbiettivo di individuare i rischi maggiormente rilevanti, in una fase della valutazione che può essere definita preliminare. A questo scopo, e per evitare che la semplificazione attuata possa favorire la sottostima dei casi viene mantenuto un grado di conservatività rilevante. Tra gli strumenti disponibili, Laborisch (11) è un algoritmo progettato per la valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza da agenti chimici nei laboratori di ricerca e negli ambienti di lavoro affini. Metodologicamente si ispira ad algoritmi generici per la stima del rischio chimico (es. MoVaRisCh) cercando di affinarli tenendo in particolare considerazione i parametri laboratorio-specifici. Il metodo combina il pericolo con l'indice di esposizione con qualche significativa aggiunta come l'indice di contenimento dei rifiuti e il giudizio del valutatore sulle possibili interazioni tra agenti chimici. L'algoritmo permette sia di categorizzare il rischio relativo ai singoli agenti che di calcolare un indice complessivo per ambiente di lavoro. Anche il Manuale per la valutazione del rischio da esposizione ad agenti chimici pericolosi e ad agenti cancerogeni e mutageni (12) tratta gli aspetti riguardanti la valutazione, le misure di mitigazione e la gestione del rischio chimico cui sono esposti gli operatori dei laboratori, e fornisce un applicativo per il calcolo automatico dei livelli d'esposizione agli agenti chimici pericolosi e di efficacia delle misure di tutela per gli agenti cancerogeni e mutageni.

Per quanto riguarda i modelli di stima dell'esposizione un certo numero di strumenti, generalmente costituiti da modelli matematici, sono stati sviluppati per la stima quantitativa dell'esposizione occupazionale ad agenti chimici. I modelli disponibili si distinguono principalmente in funzione del loro dominio di applicazione e del livello di dettaglio richiesto dal modello stesso. A questo proposito, il Regolamento REACH propone un approccio di tipo gerarchico all'utilizzo di questi strumenti e in particolare: (i) di utilizzare strumenti più semplici e maggiormente conservativi (Tier 1: ECETOC TRA - ECETOC's Targeted Risk Assessment, MEASE, EMKG-Expo-Tool) nel caso in cui non sia richiesta una modellazione di dettaglio e (ii) di avvalersi dell'utilizzo di strumenti più sofisticati (Tier 2: Stoffenmanager® e ART - Advanced REACH Tool) nel caso in cui sia necessario un maggiore dettaglio per caratterizzare l'esposizione (13,14). Nello specifico le relazioni matematiche proposte in questi casi possono contenere sia parametri di natura quantitativa continua che parametri adimensionali detti fattori di modulazione dell'esposizione che concorrono al risultato finale. Un requisito inderogabile è che il modello utilizzato sia sufficientemente affidabile e accurato per l'obiettivo dello studio anche se, allo stato attuale, studi di valutazione e validazione dei modelli di esposizione sono ancora scarsi e incentrati su un numero limitato di scenari. È bene notare che nessuno di questi modelli è stato specificamente sviluppato o validato per l'applicazione ai fini della valutazione dell'esposizione ad agenti chimici in laboratori di ricerca, pertanto non sono disponibili informazioni riguardanti l'affidabilità dei modelli per le principali attività riconducibili a questa particolare tipologia di ambiente di lavoro. In altri studi, sebbene le informazioni siano disponibili, la visione d'insieme sembra non essere esaustiva, in quanto nella maggior parte dei casi le informazioni provengono da un numero limitato di studi condotti su piccola scala, caratterizzati da disegni sperimentali inconsistenti.

In sintesi, i risultati mostrano che l'approccio più spesso utilizzato ai fini della valutazione del rischio chimico in laboratori di ricerca prevede l'uso di un approccio modellistico alla valutazione del rischio. Tuttavia, sebbene questi strumenti di screening abbiano un ampio range di applicabilità, manca una validazione solida e completa, che valuti l'accuratezza, l'affidabilità, ma anche l'impostazione del modello. Gli algoritmi di valutazione del rischio chimico rappresentano una soluzione utile ai fini dello screening iniziale: la semplicità che contraddistingue questo tipo di algoritmi da una parte li rende facilmente accessibili, dall'altra non permette di prendere in adeguata considerazione le particolarità degli scenari espositivi valutati. L'accuratezza di diversi modelli di stima dell'esposizione risulta nel migliore dei casi moderata; altri studi dimostrano inoltre come la precisione delle stime sia influenzata in maniera rilevante da fattori relativi alla caratterizzazione dello scenario e da fattori soggettivi relativi all'operatore che utilizza il modello di stima. Nel complesso, diversi studi hanno evidenziato la necessità di una corretta validazione degli strumenti di stima dell'esposizione, che può essere fornita solo confrontando le stime di esposizione con un insieme indipendente di dati di misurazione specifico per il tipo di scenario considerato. Pertanto, i risultati ad oggi disponibili per la valutazione di questi mo-

delli devono essere interpretati con cautela, in quanto sono necessarie maggiori conoscenze sulle funzionalità degli algoritmi e dei modelli, il loro dominio di applicabilità e l'entità delle incertezze per essere in grado di applicare questi modelli di esposizione in un modo consapevole e al fine di ottenere stime attendibili per la valutazione del rischio chimico nell'ambito dei laboratori di ricerca.

Conclusioni

Lo studio sottolinea la necessità di ulteriori valutazioni delle prestazioni dei modelli di stima dell'esposizione in diversi scenari espositivi, quindi anche in riferimento a laboratori di ricerca. Poiché valutazioni del rischio inappropriate potrebbero avere gravi conseguenze sugli addetti, la valutazione dei metodi di stima dell'esposizione professionale riveste un passaggio fondamentale in termini di prevenzione. A questo proposito, si ricorda che i risultati ottenuti tramite l'applicazione di algoritmi e modelli di valutazione permettono di avanzare alcune considerazioni che tuttavia, in assenza di misure strumentali, non possono portare a giudizi di carattere conclusivo. La corretta formazione degli operatori addetti alla stima del rischio o dell'esposizione e la scelta dello strumento più appropriato allo scenario di esposizione oggetto di valutazione sono essenziali nel contesto della valutazione e gestione del rischio.

Bibliografia

1) Apostoli P, Lucchini R, Alessio L. Proposal of a method for identifying exposure to hazardous chemicals in biomedical laboratories. Clinica Chimica Acta 1996; 256: 75-86.
2) Canu GI, et al. Cancer mortality risk among biology research workers in France: first results of two retrospective cohorts studies. Int Arch Occup Environ Health 2008; 81: 777-785.
3) Van Barneveld TA, Sasco AJ, Van Leeuwen FE. A cohort study of cancer mortality among Biology Research Laboratory Workers in The Netherlands. Cancer Causes and Control 2004; 15: 55-66.
4) Shaham J, Gurvich R, Kneshet Y. Cancer Incidence Among Laboratory Workers in Biomedical Research and Routine Laboratories in Israel: Part I-The Cohort Study. American Journal of Industrial Medicine 2003; 44: 600-610.
5) Shaham J, Gurvich R, Kneshet Y. Cancer Incidence Among Laboratory Workers in Biomedical Research and Routine Laboratories in Israel: Part II Nested Case-Control Study. Am J Ind Med 2003; 44: 611-626.
6) Wennborg H, et al. Mortality and Cancer Incidence in Biomedical Laboratory Personnel in Sweden. Am J Ind Med 1999; 35: 382-389.
7) Gustavsson P, et al. Mortality and cancer incidence among laboratory technicians in medical research and routine laboratories (Sweden). Cancer Causes and Control 1999; 10: 59-64.
8) Brown TP, et al. Mortality pattern amon biological research laboratory workers. British Journal of Cancer 1996; 73: 1152-1155.
9) Cordier S, et al. Cancer risk among workers in biomedical research. Scand J Work Environ Health 1995; 21: 450-459.
10) Belli, et al. Mortality study of workers employed by the Italian National Institute of Health, 1960-1989. Scand J Work Environ Health 1992; 18: 64-67.
11) Strafella E, Barcci M, Calisti R, Governa M, Santarelli L. LaboRisCh: un algoritmo per la valutazione dei rischi per la salute da agenti chimici nei laboratori di ricerca e negli ambienti di lavoro affini. Med Lav 2008; 99(3): 199-211.
12) Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - Manuale per la valutazione del rischio da esposizione ad agenti chimici pericolosi e ad agenti cancerogeni e mutageni - terza revisione (2017) - ISPRA, Manuali e Linee Guida 164/2017 ISBN 978-88-448-0850-1
13) ECHA - European Chemical Agency. (2012) Guidance on information requirements and chemicals safety assessment. Chapter R.14: occupational exposure estimation. Helsinki, Finland: European Chemical Agency.
14) ECHA - European Chemical Agency. (2015) Guidance on information requirements and chemical safety assessment, version 3.0, reference: ECHA-15-G-11-EN. Helsinki, Finland: European Chemical Agency.

Corrispondenza: *Prof. Domenico Maria Cavallo, Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Università degli Studi dell'Insubria, Via Valleggio 11, 22100 Como, Italy, Tel. 031 238 6629, E-mail: domenico.cavallo@uninsubria.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 349-353
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Ivo Iavicoli[1], Veruscka Leso[1], Luca Fontana[2]

Esposizione a nanoparticelle nei laboratori di ricerca

[1] Dipartimento di Sanità Pubblica - Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Sergio Pansini 5, 80131 Napoli
[2] Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, via Fontana Candida 1, 00078 Monte Porzio Catone (Rm)

RIASSUNTO. ***Obiettivi.*** **Un crescente numero di lavoratori è impiegato in laboratori di ricerca dove i nanomateriali (NM) sono sintetizzati, caratterizzati, lavorati e studiati per le loro proprietà fisico-chimiche e tossicologiche. Per una adeguata valutazione dei rischi in tali contesti occupazionali, la valutazione dell'esposizione appare un elemento imprescindibile.**
Metodi. **Una revisione critica della letteratura scientifica e di quella grigia sull'esposizione a NM nei laboratori è stata effettuata.**
Risultati. **La valutazione dell'esposizione prevede, in genere, un'analisi preliminare dei processi lavorativi e della tipologia di NM impiegati. I monitoraggi ambientali e personali possono essere utilizzati per una valutazione quantitativa dell'esposizione, sebbene le attuali incertezze relative ai parametri metrologici da misurare e ai valori limite con cui confrontare i dati raccolti rendano complessa l'interpretazione dei risultati e la definizione di strategie condivise di valutazione.**
Conclusioni. **Al momento attuale, informazioni qualitative sull'esposizione a NM, possono essere impiegate in strumenti di "control banding" per la valutazione e gestione cautelativa dei rischi nei laboratori di ricerca. Studi futuri di valutazione dell'esposizione ambientale e personale a NM sono necessari per definire appropriate strategie di monitoraggio e guidare l'adozione di appropriate misure di prevenzione a protezione per la tutela della salute dei lavoratori.**

Parole chiave: nanomateriali, laboratori di ricerca, valutazione dell'esposizione, valutazione del rischio, gestione del rischio.

ABSTRACT. ***Nanoparticle exposure in research laboratories.*** **Aims.** ***A growing number of workers are employed in research laboratories where nanomaterials (NMs) are synthesized, characterized, processed and investigated for their physico-chemical and toxicological properties. To adequately evaluate occupational risks in such contexts, a suitable exposure assessment is necessary.***
Methods. ***A critical review of the scientific and grey literature on NM exposure in laboratories has been performed.***
Results. ***The evaluation of the exposure, in general, includes a preliminary analysis of the working processes and of the features of NMs employed. Environmental and personal monitoring can be used for a quantitative assessment of the exposure, although the current uncertainties relating to the metrological parameters to be measured and the occupational exposure limits to be compared with collected data make the interpretation of the results and the definition of shared sampling strategies a challenging issue.***

Introduzione

Negli ultimi decenni, la diffusione delle nanotecnologie, ha permesso di sviluppare processi produttivi, di lavorazione e di controllo della materia in dimensioni nanometriche, comprese cioè tra 1 e 100 nm (1). In relazione alla loro ridotta dimensione e all'elevato rapporto tra area di superficie e volume, i nanomateriali (NM) possiedono proprietà fisico-chimiche distinte rispetto a quelle di materiali della stessa composizione chimica, ma di dimensioni maggiori, che ne hanno permesso l'ampio utilizzo in diversi settori industriali e commerciali. Tra questi il settore chimico, elettronico, edile, automobilistico, tessile, medico, alimentare e dell'imballaggio, nonché della produzione e conservazione dell'energia (2).

Tale diffuso impiego ha determinato un aumento dell'esposizione a NM della popolazione generale, ma soprattutto dei lavoratori coinvolti, in numero sempre crescente, in tutte le fasi di lavorazione: dalla produzione, all'applicazione in prodotti commerciali, allo smaltimento e al riciclo degli stessi. A tal riguardo, attenzione particolare merita il personale impiegato nei laboratori di ricerca, sia a livello accademico che industriale. Per tali lavoratori, le operazioni di sintesi ed analisi di caratterizzazione quali-quantitativa dei NM, nonché tutte le attività sperimentali finalizzate a valutarne il profilo tossicologico possono rappresentare occasioni di esposizione, in condizioni ordinarie di lavoro e in caso di eventi accidentali (Figura 1). Potenziali condizioni di esposizione sono inoltre le operazioni di stoccaggio, imballaggio e trasporto dei NM, nonché le fasi di pulizia e manutenzione degli strumenti, delle attrezzature di laboratorio e delle postazioni di lavoro, come pure la gestione dei rifiuti e materiali di scarto delle lavorazioni (3).

Tuttavia, preoccupazione nella comunità scientifica è emersa in merito alla crescente esposizione a NM nelle attività di laboratorio e all'ancora preliminare comprensione della loro tossicità. Infatti, le stesse proprietà fisico-chimiche che ne hanno permesso la vasta applicazione tecnologica, possono essere responsabili di una reattività biologica peculiare di tali NM e quindi di possibili effetti avversi degli stessi sulla salute dei soggetti esposti. Appare pertanto evidente la necessità di identificare delle strategie adeguate di valutazione dei rischi in tali realtà lavorative

Conclusions. ***To date, qualitative information on NM exposure can be used in "control banding" instruments useful for the precautionary assessment and management of risks in research laboratories involved with NMs. Future NM environmental and personal exposure assessments should be pursued to define appropriate monitoring strategies and guide the adoption of appropriate preventive measures to protect the health of workers.***

Key words: *nanomaterials, research laboratories, exposure assessment, risk assessment, risk management.*

che possano orientare l'adozione di appropriate misure di prevenzione e protezione dei lavoratori. In tale contesto, l'approccio tossicologico alla valutazione del rischio chimico, di cui la valutazione dell'esposizione appare un passaggio imprescindibile, può essere considerato applicabile all'esposizione a NM, pur tenendo conto delle peculiari caratteristiche e delle difficoltà di valutazione relative ai materiali in nanoscala (4,5).

Pertanto, scopo del presente lavoro è stato quello di identificare elementi quali-quantitativi essenziali per la definizione dell'esposizione a NM nei laboratori di ricerca ed eventuali criticità che necessiteranno di approfondimenti futuri nell'ottica di ottenere una adeguata valutazione e gestione dei rischi in tali contesti di lavoro.

Materiali e metodi

Al fine di identificare gli studi che hanno analizzato l'esposizione occupazionale a NM nei laboratori, è stata effettuata una revisione critica della letteratura scientifica mediante i seguenti motori di ricerca: Pubmed, Scopus e ISI Web of Science. Parole chiave impiegate per tale ricerca bibliografica sono state pertanto "occupat*" or "workplace" per definire l'interesse al contesto occupazionale, combinate con "laboratory" or "research lab*", per identificare lo specifico settore lavorativo oggetto di investigazione e "nanomaterial exposure" or "nanoparticle exposure", utilizzate per identificare l'ambito dello studio. Sono stati inclusi nella revisione sia lavori sperimentali che di revisione scientifica che avessero investigato aspetti di valutazione qualitativa e quantitativa dell'esposizione a NM nel settore laboratoristico. Al fine di avere un quadro il più esaustivo possibile sull'argomento, sono stati ricercati e valutati per la possibile inclusione anche documenti della letteratura grigia, quali linee di indirizzo prodotte da Istituti di Ricerca Internazionali, specificatamente focalizzati sull'analisi dell'esposizione a NM nell'ambito della valutazione e gestione dei rischi in tale contesto occupazionale.

Risultati

Una adeguata valutazione dell'esposizione presuppone un'analisi preliminare dei processi lavorativi e delle caratteristiche quali-quantitative dei NM sintetizzati o lavorati che possono favorire l'esposizione dei lavoratori (6). Tra questi, attenzione deve essere posta alle diverse metodiche di sintesi, ad es. tecniche "top-down" o "bottom-up", nonché alle operazioni per il recupero dei NM dai reattori, alla miscelazione, pesatura, manipolazione di NM sfusi, fino

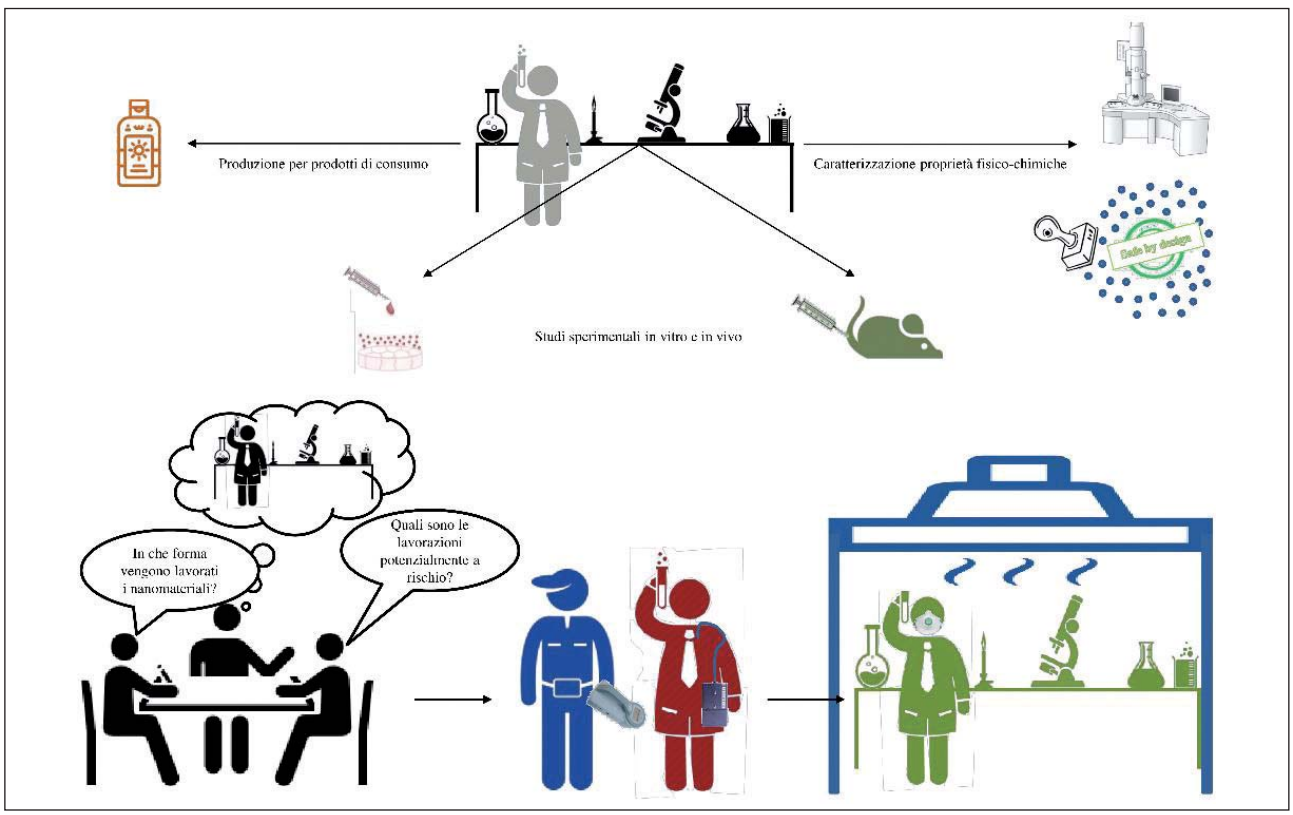


Figura 1

all'imballaggio dei prodotti in nanoscala. Tutti i processi ad alta energia su materiali in soluzione liquida, tra cui la miscelazione ad alta velocità e la sonicazione, come pure le operazioni di fresatura, macinatura, abrasione meccanica, e levigatura di matrici polimeriche solide contenenti NM devono essere valutate come possibili fonti di dispersione dei NM nell'ambiente di lavoro e di possibile esposizione, inalatoria e cutanea, per gli operatori (7). In tale contesto è importante valutare la forma fisica in cui sono prodotti/manipolati i NM: polvere, soluzione liquida, o matrice solida; come pure la quantità di NM prodotti, manipolati o stoccati nei laboratori (Figura 1). Inoltre, i livelli di esposizione possono variare anche in relazione alla durata e alla frequenza delle operazioni svolte nella mansione lavorativa. Un altro aspetto da valutare con attenzione sono le fasi di produzione/lavorazione responsabili della dispersione ambientale dei NM, che possono assumere caratteristiche fisico-chimico differenti per effetto dei trattamenti e delle interazioni ambientali cui sono sottoposti e quindi una variabile reattività biologica. I dispositivi di protezione collettiva, ad es. cappe a flusso laminare, sistemi di ventilazione/aspirazione, ed individuali adottati per il controllo dell'esposizione nei laboratori sono, allo stesso modo, oggetto di valutazione in tale fase (3).

L'analisi preliminare dei possibili scenari espositivi assume un ruolo di rilievo nell'evidenziare le aree o attività lavorative che possono necessitare di una valutazione approfondita dei livelli di esposizione mediante monitoraggio ambientale (Figura 1). Al momento, strategie di campionamento e misurazione delle concentrazioni di NM nell'ambiente lavorativo non sono ancora state standardizzate a livello internazionale. Ciò è correlato alla difficoltà di identificare quali parametri metrologici misurare per la valutazione dell'esposizione, dal momento che a livello nanometrico, non la massa delle particelle, ma piuttosto la loro area di superficie, come pure la loro concentrazione numerica, potrebbero fornire indicazioni più appropriate sulla loro potenziale tossicità. Tuttavia, una possibile strategia di monitoraggio ambientale, estrapolabile anche a laboratori di ricerca, è quella proposta dall'Ente Statunitense National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), la Nanoparticle Emission Assessment Technique (NEAT) giunta alla seconda versione e per questo definita 2.0 (8,9). Tale procedura prevede una fase preliminare di identificazione di tutte le possibili sorgenti di esposizione, come precedentemente descritto. Successivamente, il protocollo NEAT 2.0 include la valutazione della concentrazione numerica ambientale dei NM aerodispersi durante le attività lavorative mediante un contatore ottico ed uno a condensazione, ed il confronto con il livello di fondo nell'ambiente di lavoro. Nel caso di una differenza positiva, indicativa di una possibile dispersione di NM nell'ambiente, è previsto un campionamento gravimetrico su filtro su cui sarà possibile effettuare la caratterizzazione dei NM mediante microscopia elettronica a trasmissione o scansione. Dati preliminari relativi al monitoraggio ambientale di NM nei laboratori di ricerca hanno evidenziato un aumento significativo della concentrazione particellare durante alcune specifiche operazioni tra cui la centrifugazione di soluzioni liquide contenenti NM, la pesatura e la liofilizzazione per ottenere nano-polveri, in particolare in prossimità delle strumentazioni di lavoro (6). Tali indagini sono risultate altresì importanti per la valutazione dell'efficacia delle misure di controllo ambientale dell'esposizione, in quanto hanno permesso di evidenziare come i livelli di particelle fossero sufficientemente controllati dall'utilizzo delle cappe di aspirazione o dai sistemi a ciclo chiuso. Tuttavia, alcune limitazioni relative al monitoraggio ambientale meritano attenzione per una corretta interpretazione dei risultati. Tra queste, la difficoltà di identificare la sorgente di emissione occupazionale di particelle ultrafini e di differenziarle da quelle di fondo e la possibile sottostima della concentrazione di particelle determinata dai contatori qualora questa sia al di sopra del limite superiore di rilevabilità degli strumenti. Infine, ulteriore elemento critico riguarda il fatto che, sebbene i campionatori possano essere posizionati il più vicino possibile alla zona di lavorazione, i dati raccolti non sono indicativi dell'esposizione dei singoli lavoratori. Per tale motivo, la strategia NEAT 2.0 ha previsto anche la possibilità di condurre un successivo campionamento personale per valutare l'esposizione nella zona respirabile degli operatori (9). Sono al momento disponibili diversi strumenti innovativi, tra cui il MiniDisc, il Partector ed il Contatore Personale di Particelle Ultrafini (PUFP), per il monitoraggio personale della concentrazione numerica di NM, l'area di deposito della superficie polmonare, e la dimensione media delle particelle, oltre che campionatori personali per analisi su filtro (10,11). In relazione a quest'ultimo aspetto, un recente studio condotto in un centro di ricerca italiano sui NM, mediante monitoraggio personale, non ha dimostrato significativi incrementi nei livelli medi della concentrazione numerica di NM e dell'area di deposito della superficie polmonare durante lo svolgimento di differenti attività in comparti lavorativi dedicati alla sintesi di nanoparticelle di grafene, di nanofili semiconduttori, di altre tipologie di NM, alla liofilizzazione e all'analisi microscopica a trasmissione (12). Tuttavia, l'impiego sul campo di strumenti per il campionamento personale necessita di adeguata validazione focalizzata proprio al loro utilizzo durante le attività nei laboratori.

I risultati del monitoraggio ambientale devono essere, inoltre, comparati con eventuali valori limite di esposizione occupazionale (VLEO), al di sotto dei quali la lavorazione analizzata risulta sicura per quanto riguarda lo sviluppo di effetti sulla salute a carico della maggior parte dei lavoratori coinvolti. Le difficoltà relative a tale confronto sono legate sia alla capacità di istituire VLEO appropriati alla protezione dei lavoratori che di adottare tecniche di rilevazione sufficientemente sensibili per tali livelli (13). Nonostante tali obiettive difficoltà, alcuni Istituti di ricerca hanno proposto dei VLEO per i NM. Il NIOSH ha proposto come limite di esposizione professionale per le nanoparticelle di TiO_2, per un periodo lavorativo di 40 ore settimanali, il valore di 0.3 mg/m^3, mentre per i nanotubi di carbonio ha fissato il limite di 1 $\mu g/m^3$ riferito ad una media della concentrazione di carbonio ponderata su 8 ore lavorative nella frazione respirabile del particolato (14,15). Tali VLEO sono basati sulla concentrazione in massa delle particelle, un parametro che in scala nanome-

trica potrebbe non essere sufficientemente protettivo nei confronti della salute di lavoratori esposti rispetto ad altre caratteristiche chimico-fisiche.

Il monitoraggio biologico potrebbe avere un ruolo complementare al monitoraggio ambientale, dal momento che permette di considerare la variabilità interindividuale nell'assorbimento, nel metabolismo, ed escrezione degli xenobiotici; il carico di lavoro individuale; l'esposizione recente e pregressa (16). Sebbene diversi studi sperimentali *in vivo* abbiano indicato possibili biomarcatori di esposizione a NM (17), dati su lavoratori esposti risultano limitati (18). Pertanto, lo stato attuale delle conoscenze permette solo di ipotizzare marcatori biologici di esposizione che necessitano di essere confermati e validati in studi sul campo.

Conclusioni

La natura delle attività di ricerca è caratterizzata da un'estrema variabilità e innovatività di processi che rendono complessa sia la valutazione che la gestione dell'esposizione degli operatori. Nel caso dei NM, tale difficoltà aumenta in relazione alla loro molteplicità e alla complessa caratterizzazione fisico-chimica.

Un programma di monitoraggio ambientale sufficientemente informativo dovrebbe prevedere la raccolta, mediante un approccio multi-strumentale, di differenti informazioni su più parametri metrologici relativi ai NM e di poterli campionare su filtro per successive analisi di caratterizzazione. L'utilizzo di strumenti portatili per il campionamento personale, in attesa di una più definita strategia di monitoraggio, potrebbe essere, invece, utile per evidenziare possibili sorgenti di emissione ed adeguare/implementare, in peculiari fasi del lavoro, le misure di prevenzione e protezione per gli opeartori, oltre che a valutarne l'efficacia (10).

Gli studi al momento disponibili sul monitoraggio ambientale e personale di NM sono molto limitati e disomogenei in relazione alle attività monitorate, ai NM e ai parametri studiati e agli strumenti impiegati. Pertanto, definire dei protocolli operativi standardizzati è assolutamente importante per ottenere dati comparabili ed estrapolare delle informazioni utili per la gestione del rischio. Avere a disposizione una raccolta di dati sul monitoraggio ambientale e personale in differenti realtà lavorative con esposizione a NM potrebbe infatti contribuire alla definizione di linee di indirizzo per lo stesso monitoraggio ed incrementare la consapevolezza dei rischi derivanti dall'esposizione (12). I risultati ottenuti potrebbero quindi supportare in maniera vantaggiosa il processo di valutazione e gestione dei rischi. Inoltre, si potrebbero realizzare attività di ricerca finalizzate alla valutazione delle proprietà pericolose dei NM che, invece di utilizzare irrealistiche concentrazioni/dosi di esposizione potrebbero essere disegnate secondo modelli sperimentali rappresentativi dei reali livelli espositivi riscontrati nei luoghi di lavoro.

Tuttavia, al momento attuale, le limitate conoscenze sul profilo tossicologico dei NM e la mancanza di strategie condivise di analisi quantitativa dell'esposizione, richiedono un approccio cautelativo alla valutazione e gestione dei rischi. A tal fine, strumenti di "control banding" sono stati adottati a livello europeo ed extraeuropeo, con l'obiettivo di definire dei livelli di rischio in base alla categorizzazione dell'esposizione, sulla base di parametri essenzialmente di tipo qualitativo, e delle proprietà pericolose dei NM utilizzati. Tali livelli di rischio corrispondono ad altrettante misure di prevenzione e protezione per il controllo dell'esposizione. Alcuni strumenti di control banding, tra cui il CB Nanotool statunitense e il modello ANSES francese, sono stati prodotti per la valutazione dei rischi e la tutela della salute e sicurezza dei ricercatori impiegati in attività di laboratorio con esposizione a NM (19). Tali strumenti sono importanti per supportare la diffusione di una corretta gestione dei rischi nelle realtà di ricerca e colmare criticità legate alle limitate conoscenze tossicologiche, e alla mancanza di strategie di misurazione dell'esposizione e di valori limite adeguati. Un'indagine internazionale pubblicata nel 2010 (20) e condotta su laboratori di ricerca accademici e pubblici, ha infatti riportato come su 240 ricercatori intervistati, che sintetizzavano o utilizzavano NM, tre quarti riferiva l'assenza di procedure interne per la manipolazione di tali materiali. In merito ai dispositivi di protezione collettiva, il 47.5% riferiva di utilizzare cappe aspiranti per rischio chimico, il 15.2% dispositivi di aspirazione localizzata sul banco di lavoro, il 24% nessuna protezione. Il 48.8% degli operatori riferiva nessun tipo di dispositivo individuale per la protezione delle vie respiratorie, il 24.4% riportava l'utilizzo di maschere senza filtri, e pertanto inefficaci, e meno del 6% maschere specifiche per la protezione da NM.

Al fine di ridurre i livelli di esposizione, la gerarchia di controllo che prevede l'eliminazione o la sostituzione delle sostanze pericolose come primo passaggio potrà essere adottata anche in caso di esposizione a NM. A tale riguardo, l'approccio "nanosafety by design" dovrebbe essere applicato in tutte le fasi di ricerca e sintesi di nuovi NM, affinché essi siano progettati in maniera tale da essere più sicuri per la salute dei lavoratori esposti (2). L'utilizzo di forme di NM che possono disperdersi meno facilmente nell'ambiente di lavoro (soluzioni liquide *vs* polveri) o la riduzione di operazioni che possono favorire tale dispersione dovrebbe essere perseguita, oltre alla più generale riduzione dei livelli di NM utilizzati. Sistemi di lavoro a ciclo chiuso dovrebbero essere preferiti, ed in ogni caso, i lavoratori dovrebbero essere forniti di adeguati dispositivi di protezione individuale. L'informazione e la formazione degli operatori dei laboratori dovrebbe essere inoltre incrementata al fine di sensibilizzarli al rischio derivante dall'esposizione a NM e all'adozione di misure di prevenzione e protezione.

Bibliografia

1) NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. Approaches to safe nanotechnology: Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials. Centers for Disease Control and Prevention, 2009. Disponibile al sito https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-125/pdfs/2009-125.pdf.

2) Leso V, Fontana L, Mauriello MC, et al. Occupational Risk Assessment of Engineered Nanomaterials: Limits, Challenges and Opportunities. Current Nanosci 2017; 13: 55-78.
3) NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. General Safe Practices for Working with Engineered Nanomaterials in Research Laboratories. Centers for Disease Control and Prevention, 2012. Disponibile al sito https://ehs.psu.edu/sites/ehs/files/general_safe_practices_for_working_w_engineered_nanomaterials_in_research_laboratories_niosh_publication_no._2012-147.pdf
4) NRC, National Research Council. Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. Committee on the Institutional Means for Assessment of Risks to Public Health, Commission on Life Sciences. 1983. National Academy Press, Washington D.C. 19s83 (ISBN: 0-309-03349-7).
5) Savolainen K, Alenius H, Norppa H, et al. Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies–a review. Toxicology 2010; 269(2-3): 92-104.
6) Imhof C, Clark K, Meyer T, et al. Research and development-where people are exposed to nanomaterials. J Occup Health. 2015; 57(2): 179-188.
7) Johnson DR, Methner MM, Kennedy AJ, et al. Potential for occupational exposure to engineered carbon-based nanomaterials in environmental laboratory studies. Environ Health Perspect 2010; 118(1): 49-54.
8) Methner M, Hodson L, Dames A, et al. Nanoparticle Emission Assessment Technique (NEAT) for the identification and measurement of potential inhalation exposure to engineered nanomaterials–Part B: Results from 12 field studies. J Occup Environ Hyg 2010; 7(3): 163-176.
9) Eastlake AC, Beaucham C, Martinez KF, et al. Refinement of the Nanoparticle Emission Assessment Technique into the Nanomaterial Exposure Assessment Technique (NEAT 2.0). J Occup Environ Hyg 2016; 13(9): 708-717.
10) Asbach C, Alexander C, Clavaguera S, et al. Review of measurement techniques and methods for assessing personal exposure to airborne nanomaterials in workplaces. Sci Total Environ 2017; 603-604:793-806.
11) Asbach C, Neumann V, Monz C, et al. On the effect of wearing personal nanoparticle monitors on the comparability of personal exposure measurements. Environ Sci Nano 2017; 4: 233-243.
12) Iavicoli I, Fontana L, Pingue P, et al. Assessment of occupational exposure to engineered nanomaterials in research laboratories using personal monitors. Sci Total Environ 2018; 627: 689-702.
13) Groso A, Petri-Fink A, Rothen-Rutishauser B, et al. Engineered nanomaterials: toward effective safety management in research laboratories. J Nanobiotechnology 2016; 14: 21.
14) NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. Occupational Exposure to Titanium Dioxide. No. 2011-160. Centers for Disease Control and Prevention, 2011. Disponibile al sito https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf.
15) NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. Occupational exposure to carbon nanotubes and nanofibers. No. 2013-145. Centers for Disease Control and Prevention, 2013. Disponibile al sito http://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-145/.
16) Manno M, Viau C, in collaboration with Cocker J et al. Biomonitoring for occupational health risk assessment (BOHRA). Toxicol Lett 2010; 192(1): 3-16.
17) Iavicoli I, Leso V, Manno M, et al. Biomarkers of nanomaterial exposure and effect: current status. J Nanopart Res 2014; 16: 2302.
18) Schulte P, Leso V, Niang M, et al. Biological monitoring of workers exposed to engineered nanomaterials. Toxicol Lett. 2018; 298: 112-124.
19) Liguori B, Hansen SF, Baun A, et al. Control banding tools for occupational exposure assessment of nanomaterials – Ready for use in a regulatory context? NanoImpact 2016; 2: 1-17.
20) Balas F, Arruebo M, Urrutia J, et al. Reported nanosafety practices in research laboratories worldwide. Nat Nanotechnol 2010; 5(2): 93-96.

Corrispondenza: *Prof. Ivo Iavicoli, Dipartimento di Sanità Pubblica, Sezione di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via S. Pansini 5, 80131 Napoli, Italy, Tel. e Fax 0817462340, E-mail: ivo.iavicoli@unina.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 354-358
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

Massimo Corradi, Luisella Selis, Giovanna Pela', Paola Mozzoni, Roberta Andreoli, Matteo Goldoni

Allergia da animali da laboratorio

Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Parma, Via Gramsci 14, 43126 Parma

RIASSUNTO. L'allergia da animali da laboratorio (LAA) è causata da una reazione di ipersensibilità immunologica ad antigeni di peso molecolare elevato presenti nell'urina, nel pelo e nella saliva di animali da laboratorio. Tutto il personale della struttura in cui stabulati gli animali da laboratorio e che regolarmente entra in contatto con questi animali da laboratorio, come tecnici, ricercatori, addetti alle pulizie, veterinari e persino personale amministrativo, è a rischio di sviluppare LAA. In generale, la maggior parte degli studi epidemiologici indica una prevalenza LAA compresa tra il 6% e il 44% e un'incidenza che varia dal 9% al 30%. I dati sulla prevalenza e l'incidenza variano ampiamente perché la diagnosi non è definita in modo uniforme: alcune diagnosi vengono effettuate esclusivamente sulla base di sintomi, mentre altre richiedono anche un test cutaneo positivo o la conferma della presenza di anticorpi IgE specifici per allergeni animali di laboratorio.

Parole chiave: allergia, animali da laboratorio, asma.

ABSTRACT. Laboratory animal allergy (LAA) is caused by an immunological hypersensitivity reaction to high-molecular-weight antigens that are present in laboratory animals' urine, dander and saliva. All laboratory animal facility personnel who regularly come in contact with laboratory animals, such as technicians, researchers, cleaning staff, veterinarians and even administrative staff, are at risk of developing LAA. Generally, most epidemiological studies indicate a LAA prevalence ranging from 6% to 44% and an incidence ranging from 9% to 30%. Prevalence and incidence data vary widely because the diagnosis is not uniformly defined: some diagnoses are made solely on the basis of symptoms, whereas others also require a positive skin test or confirmation of the presence of laboratory animal allergen-specific IgE antibodies.

Key words: *allery, laboratory animals, asthma.*

Introduzione

L'allergia ad animali da laboratorio (LAA) è una patologia occupazionale che colpisce prevalentemente individui suscettibili esposti in ambiente di lavoro ad antigeni animali ad alto peso molecolare, presenti soprattutto in urina, pelo, forfora e saliva. Tale patologia è caratterizzata dalla presenza di immunoglobuline di tipo E (IgE) specifiche dirette contro alcune proteine animali (1). La via di esposizione principale per lo sviluppo di tale patologia è quella inalatoria, seguono con minore frequenza il contatto diretto con la cute e con gli occhi e per ultima la via percutanea (ad esempio attraverso il morso dell'animale oppure la puntura con ago) (2). La maggior parte degli allergeni animali ha un diametro inferiore a 5 micron, pertanto si colloca nella frazione delle particelle respirabili e perciò viene depositata nel tratto respiratorio più distale; inoltre queste particelle rimangono nell'aria ambiente per un lungo periodo di tempo. Queste peculiarità, insieme alla suscettibilità individuale, contribuiscono all'insorgenza dell'allergopatia. Poiché nel mondo ci sono circa due milioni di individui esposti per motivi professionali ad animali da laboratorio e di questi quasi la metà sviluppa sintomi correlabili alla mansione svolta, l'impatto socio-sanitario risulta essere piuttosto pesante (3).

Epidemiologia

Negli Stati Uniti il NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) ha riconosciuto formalmente la LAA come rischio occupazionale nel 1989. A partire dal 1950, anno in cui è stato riportato il primo caso di allergia ad animali da laboratorio, numerosi sono stati gli studi epidemiologici che hanno cercato di stimare la prevalenza di tale patologia (4). Il range di prevalenza della LAA è compreso tra l'11% e il 44%, con un'incidenza tra il 9% e il 30% (5,6). L'asma causato da LAA ha una prevalenza che varia dal 4% al 22% negli addetti ad animali da laboratorio e si può sviluppare nel 20-30% dei lavoratori sensibilizzati (7-9). Dei soggetti sintomatici più del 10% sviluppa asma che persiste anche dopo la cessazione dell'esposizione lavorativa (4). La variabilità nei dati di incidenza e prevalenza è motivata dalla non uni-

voca definizione del concetto di LAA; infatti per alcuni studi si intende la sola comparsa di sintomi allergici, per altri si definisce la presenza di IgE specifiche. I dati di prevalenza, inoltre, possono essere influenzati dal fatto che il lavoratore sintomatico possa aver abbandonato la mansione a rischio (healthy worker effect phenomenon) (10). I sintomi riconducibili a tale patologia compaiono solitamente entro circa 6 mesi dalla prima esposizione e raramente dopo i 3 anni; nel 70% dei casi il periodo di latenza per lo sviluppo di sintomi nasali è inferiore rispetto a quello per l'insorgenza di asma (11,12). Tra i lavoratori a rischio per LAA sono presenti ricercatori, tecnici di laboratorio, veterinari, manutentori e addetti alle pulizie negli stabulari. Il fattore di rischio più importante per lo sviluppo di LAA è il livello di esposizione agli allergeni animali, determinato sia quantitativamente (inteso sia come numero di ore settimanali di esposizione sia come numero di animali con cui avviene il contatto, a seconda degli studi), sia qualitativamente (ad esempio manipolazione delle lettiere contaminate). In uno studio epidemiologico condotto da Gordon e colleghi sono state misurate le concentrazioni ambientali di aeroallergeni urinari di ratto (RUA) a cui venivano esposte diverse categorie di lavoratori occupati presso un'industria farmaceutica; è stato evidenziato che la mansione esposta a maggiori concentrazioni ambientali di RUA (23 microgrammi/m^3) era costituita da personale tecnico addetto alla cura e alla pulizia degli animali (13). È stato dimostrato, inoltre, che il rischio di sensibilizzazione alle proteine urinarie di ratto aumenta proporzionalmente all'intensità e alla durata dell'esposizione per i soggetti non atopici, mentre per i soggetti atopici questa relazione dose-risposta non è così marcata (14). Nel corso degli anni sono stati eseguiti diversi tentativi per monitorare la concentrazione ambientale di aeroallergeni animali, ma nessuno di questi viene eseguito attualmente come prassi standardizzata (15). Alcuni studi hanno stabilito che il soggetto si sensibilizza a concentrazioni antigeniche ambientali più basse rispetto a quelle necessarie per indurre la LAA, infatti concentrazioni antigeniche < 3 ng/m^3 e < 5 ng/m^3 sono rispettivamente associate ad un basso rischio di sensibilizzazione e di LAA (16).

Diversi studi scientifici hanno dimostrato che l'atopia, cioè la propensione individuale, geneticamente determinata, a sviluppare IgE, è uno dei principali fattori di rischio per LAA (17,18). Uno studio americano trasversale condotto nel 1996 su un campione di lavoratori esposti ad animali da laboratorio ha verificato che il fumo di sigaretta era correlato con sintomi respiratori lavoro-correlati nei soggetti esposti, ma non con la positività agli skin prick test (19). Il rischio di ammalarsi di LAA è strettamente correlato al tipo di animale con cui il lavoratore entra in contatto; le diverse specie animali hanno un differente potere allergizzante (i roditori sono quelli maggiormente responsabili di LAA) e, all'interno della stessa specie, esistono differenze a seconda del sesso e dell'età dell'animale e del materiale biologico aerodisperso. Si ritiene che i roditori di sesso maschile abbiano un'escrezione urinaria di allergeni maggiore rispetto a quelli di sesso femminile, probabilmente a causa della nefropatia cronica con proteinuria che i primi sviluppano con l'età (20). Le varie componenti allergeniche sono classificate in diverse famiglie di proteine (IUIS Allergen Nomenclature Sub Committee. Allergen nomenclature. http://www.allergen.org.) e allergeni all'interno della stessa famiglia di proteine spesso mostrano cross-reattività tra loro (definita come la produzione di anticorpi IgE originariamente sviluppati nei confronti di molecole omologhe antigeniche provenienti da una fonte diversa di allergene Tabella I).

I principali antigeni animali responsabili di LAA sono stati identificati; Mus m 1 è una proteina urinaria prodotta dalle cellule epatiche ed escreta in quantità 4 volte superiore nei maschi rispetto alle femmine e si trova nel pelo, nella forfora e nelle lettiere degli animali; Rat n 1B è prodotta dalle ghiandole esocrine in modo androgeno dipendente; Ory c1 e altri allergeni appartengono alla famiglia delle lipocaline (Tabella II). Gross, in uno studio del 1980, ha valutato la frequenza di associazione tra specifici allergeni animali e sintomi di LAA: il 72% dei lavoratori sintomatici risultava sensibilizzato ad allergeni del coniglio, il 66% ad allergeni di topo, il 65% ad allergeni di ratto e il 33% ad allergeni di cavia. Lo stesso studio affermava che nel 45% dei casi i sintomi nasali precedevano quelli delle basse vie aeree, mentre nel 55% dei casi tali sintomi comparivano contemporaneamente (21). Oltre alle caratteristiche intrinseche degli antigeni animali e alla predisposizione genetica dell'individuo, vi sono altri fattori esterni

Tabella I. ***Allergeni animali purificati e caratterizzati mediante component-specific IgE assays o attraverso Immuno Solid-phase Allergen Chip (ISAC Thermo Fisher Scientific, Uppsala Sweden) Modificata da Konradsen JR, et al. Allergy to furry animals: New insights, diagnostic approaches, and challenges. J Allergy Clin Immunol. 2015;135(3):616-25***

Animale	Allergeni maggiori	Altri allergeni
Gatto	Feld1 (uteroglobina) 14 + 4 kDa	Feld2 (albumina) Feld4 (lipocalina) Feld7(VEGP) Feld3 (cistatina) Feld5w(IgA felina) Feld8 (latherin-like)
Cane	Canf1 (lipocalina) 23-25 kDa	Canf2 (lipocalina) Canf4 (lipocalina) Canf6 (lipocalina) Canf3 (albumina) Canf5 (arginina esterasi)
Cavia	Cavp1 (lipocalina) 20kDa Cavp2 (lipocalina) 17 kDa	Cavp3 (lipocalina) Cavp 4 (albumina)
Topo	Mus m 1 (lipocalina; prealbumina urinaria) 17 kDa	
Ratto	Ratn1 (lipocalina; alfa-2u-globulina) 17 kDa	
Coniglio	Oryc1(lipocalina) 17-18 kDa	Oryc3(lipofilina) 19-21 kDa

Tabella II. ***Principali allergeni animali***
Modificata da Konradsen JR, et al. Allergy to furry animals: New insights, diagnostic approaches, and challenges. J Allergy Clin Immunol. 2015;135(3):616-25

Allergene	Peso molecolare	Funzione biologica	Allergene
Topo (Mus musculus)	Mus m 1	Pelo, urina e forfora	Lipocalina/pralbumina urinaria
Ratto (Rattus norvegicus)	Rat n 1	Pelo, forfora	Lipocalina (alfa-2u globulina)
Cavia (Cavia porcellus)	Cav p 1 Cav p 2 Cav p 3 Cav p 4 Cav p 6	Pelo, urina e siero Pelo, urina e forfora EpiteliTo	Lipocalina Lipocalina Lipocalina Albumina Lipocalina
Coniglio (Oryctolagus cuniculus)	Ory c1 Ory c3 Ory c4	Pelo, urina, forfora e saliva	Lipocalina Lipofilina Lipocalina

che favoriscono l'insorgenza di LAA, come, ad esempio, l'ambiente secco che rende gli allergeni più volatili.

Clinica dell'allergia ad animali da laboratorio

I sintomi della LAA sono dovuti al rilascio di mediatori biochimici, tra cui istamina, leucotrieni, bradichinina e prostaglandine, in conseguenza dello stato infiammatorio indotto dalla risposta immunitaria IgE-mediata. L'istamina, dopo essere stata liberata e aver attivato i recettori H1 è in grado di indurre sia la contrazione della muscolatura liscia presente nei bronchi, nei vasi sanguigni di piccolo calibro e nel tratto digerente, che l'aumento della permeabilità vascolare, con conseguente broncospasmo, ipotensione ed edema. La natura e l'intensità dei sintomi dipendono dal grado di esposizione ad animali da laboratorio; solitamente, una volta che l'individuo si è sensibilizzato agli allergeni animali, sono necessari pochi minuti di esposizione prima che compaiano i sintomi allergici. Le più comuni manifestazioni cliniche riguardano le vie aeree superiori e la congiuntiva e si manifestano con congestione nasale, sensazione di naso chiuso, starnuti, prurito nasale e oculare, arrossamento congiuntivale e lacrimazione. Fino all'80% dei soggetti affetti da LAA presenta sintomi di rinite allergica. Meno frequenti sono le manifestazioni cutanee, come orticaria e lesioni maculopapulose, che si manifestano all'incirca nel 40% degli individui sintomatici e sono localizzate nel sito di contatto con l'allergene animale. Una percentuale variabile tra il 4 e il 22% dei lavoratori sintomatici può sviluppare asma allergico, che si manifesta con tosse, dispnea e senso di oppressione toracica. L'asma bronchiale è una malattia cronica caratterizzata da infiammazione delle vie aeree, iperreattività e ostruzione bronchiale reversibile, episodi ricorrenti di dispnea, respiro sibilante e da progressivo declino della funzionalità respiratoria; all'esame anatomopatologico è presente infiltrato di cellule infiammatorie tra cui eosinofili, mastociti, macrofagi e linfociti T attivati, edema della mucosa, iperplasia delle ghiandole sottomucose con ipersecrezione di muco, ipertrofia della muscolatura liscia, desquamazione dell'epitelio, ipervascolarizzazione, ispessimento della membrana basale con rimodellamento strutturale delle vie aeree. Questo quadro istopatologico si mantiene ed evolve nel tempo indipendentemente dalla persistenza dell'agente causale che lo ha causato. Quando la crisi di asma insorge in relazione all'attività lavorativa (work-related asthma) ci si può trovare di fronte a due situazioni patologiche: asma occupazionale oppure asma aggravato dal lavoro. Nel primo caso la sintomatologia è scatenata dall'inalazione di agenti eziologici presenti sul luogo di lavoro e può essere classificata in asma immunologico (o con periodo di latenza) e non immunologica (senza periodo di latenza); nel secondo caso una condizione di asma preesistente viene aggravata da fattori presenti sul posto di lavoro, come ad esempio l'esposizione a temperature fredde, polveri, agenti chimici o sforzi eccessivi (21). La LAA è un tipico caso di asma occupazionale con periodo di latenza, caratterizzata quindi da un intervallo di tempo tra la prima esposizione lavorativa all'agente eziologico e la comparsa della malattia (tempo necessario perché il sistema immunitario si sensibilizzi alla sostanza). Le reazioni allergiche sistemiche, conosciute come anafilassi, possono verificarsi, seppur raramente, in caso di morso da parte dell'animale o puntura accidentale con aghi o strumenti contaminati; si manifestano con orticaria e prurito generalizzato, angioedema alle labbra, agli occhi e alle estremità, distress respiratorio con edema della laringe e asma acuto ed ipotensione fino allo shock potenzialmente fatale (8).

Diagnosi

In caso di sospetto di LAA, l'inizio dell'iter diagnostico prevede un'accurata anamnesi al fine di verificare se la storia occupazionale sia compatibile con la sintomatologia riferita dal lavoratore; questo può essere facilitato dalla compilazione di un questionario specifico che indaga l'anamnesi fisiologica e farmacologica, l'anamnesi patologica remota e prossima con particolare attenzione ad eventuali sintomi allergici e/o respiratori, la storia lavorativa corredata dai rischi occupazionali a cui è stato esposto il lavoratore ed eventuali fattori di rischio extralavorativi, come hobbies o attività voluttuarie. Molto importante è indagare il timing della comparsa e dell'eventuale migliora-

mento della sintomatologia; si ritiene fortemente suggestiva di LAA la scomparsa dei sintomi nel weekend o dopo l'allontanamento dal laboratorio (fenomeno arresto-ripresa) (22). Tuttavia, quando i sintomi diventano più intensi, non vi è il classico miglioramento dopo la cessazione dell'esposizione, a causa dell'infiammazione tissutale cronica (23). È necessario, inoltre, identificare altri fattori di rischio presenti nell'ambiente di lavoro che possano scatenare reazioni simili a quelle dovute ad LAA, come esposizione a basse temperature, ad irritanti chimici o ad altri allergeni. Per completezza diagnostica è opportuno considerare altre patologie respiratorie che entrano in diagnosi differenziale con LAA, ad esempio la BPCO e le polmoniti da ipersensibilità (24). A completamento della visita medica è indicato eseguire un accurato esame obiettivo, soprattutto dell'apparato respiratorio e cutaneo, per repertare eventuali segni precoci di malattia o condizioni che richiedano maggiori precauzioni durante l'attività lavorativa.

Nella fase iniziale della sorveglianza sanitaria, è possibile indagare la presenza di uno stato di sensibilizzazione attraverso test cutanei chiamati skin prick test; solitamente viene testato un pannello standard (serie Europa) che comprende vari pollini e muffe, acari (maggiori quali Dermatophagoides pteronyssinus e Dermatophagoides farinae a cui vengono aggiunti allergeni occupazionali specifici come gli acari minori Acarus siro, Lepidoglyphus destructor e Tyrophagus putrescentiae) che negli stabulari si trovano nelle lettiere e nelle granaglie e gli epiteli di animali sia di laboratorio che domestici (25). Questi vengono eseguiti posizionando sulla superficie volare dell'avambraccio alcune gocce di allergene purificato, che viene fatto penetrare nella cute attraverso la scarificazione con una lancetta monouso. Dopo circa 20 minuti si valuta la reazione cutanea in corrispondenza di ogni allergene testato e la si confronta con le reazioni avvenute nella sede di inoculazione di un controllo positivo (solitamente istamina) ed un controllo negativo (glicerina o soluzione salina). Il test è considerato positivo, cioè indicativo di sensibilizzazione, se si osserva la comparsa di un pomfo pruriginoso in corrispondenza dell'allergene inoculato. In alternativa agli skin prick test è possibile eseguire la ricerca sierologica di immunoglobuline E (IgE) specifiche per allergeni animali. Attualmente il dosaggio delle IgE specifiche viene eseguito attraverso il test ematico ImmunoCAP IgE specifico, che ha sostituito il precedente test RAST (Radio Allergo Sorbent Test); questa nuova versione utilizza una metodica fluoroenzimatica anziché radioimmunologica. L'esecuzione del test RAST prevede che l'allergene sospetto sia prima associato ad un substrato insolubile che poi si lega alle IgE specifiche presenti nel siero del paziente; successivamente vengono addizionati anticorpi anti-IgE radiomarcati che si legano al complesso. La quantità di radioattività misurata è direttamente proporzionale al contenuto di IgE sieriche specifiche. Nel test immunoCAP invece che anticorpi radiomarcati vengono aggiunti al siero del paziente anticorpi anti-IgE legati ad enzimi (solitamente viene utilizzata la fosfatasi alcalina) di cui viene misurata la fluorescenza attraverso la spettrofotometria al termine della reazione di incubazione (26). Il dosaggio sierico delle IgE, essendo in vitro e non in vivo come i prick test, ha il vantaggio di poter essere eseguito anche se il paziente sta assumendo farmaci antistaminici oppure in caso di lesioni cutanee generalizzate (27). I test in vitro possono dar luogo a falsi positivi in caso di livelli elevati di IgE sieriche dovute ad altre cause, come ad esempio le parassitosi o alcune malattie autoimmuni.

In caso di sintomatologia compatibile con asma occupazionale la diagnosi deve essere supportata dall'evidenza di ostruzione bronchiale reversibile all'esame spirometrico. La spirometria rappresenta il gold standard per la valutazione della funzionalità polmonare e dovrebbe prevedere la misurazione del volume di aria espirata nel primo secondo di un'espirazione forzata (FEV1), della capacità vitale forzata (FVC) e del flusso espiratorio forzato fra il 25 e il 75% della FVC (FEF25-75). È, inoltre, un utile test diagnostico per identificare un'asma subclinico in quei lavoratori che hanno sintomi esclusivamente di tipo rinocongiuntivite. È stato dimostrato che le variazioni dei parametri di funzionalità polmonare nel corso della vita lavorativa di un soggetto sono direttamente proporzionali al livello di esposizione ad allergeni animali o ad agenti sensibilizzanti (28). Le attuali linee guida ATS/ERS suggeriscono di confrontare il valore misurato del rapporto FEV1/FVC con il limite inferiore di normalità (LLN, lower limit of normal) basato sull'intervallo di confidenza al 5° percentile della popolazione di riferimento (si considera quindi indicativo di ostruzione delle vie aeree un valore di FEV1/FVC inferiore al LLN). La spirometria può essere utile alla diagnosi di asma quando vi sia un incremento maggiore del 12% e di 200 ml di FEV1 dopo inalazione di 400 µg di salbutamolo (test di broncoreversibilità). Alcuni autori hanno sottolineato come la valutazione del picco di flusso espiratorio (PEF) durante la giornata lavorativa sia utile a diagnosticare o ad escludere una condizione di asma occupazionale; tuttavia questo metodo, essendo il PEF una variabile sforzo-dipendente, risente della compliance del paziente e della volontà di falsificare i risultati. Si considera rilevante una variazione del PEF all'interno della stessa giornata lavorativa o tra giorni lavorativi differenti (lavoro/non lavoro) di almeno il 20%. Un altro test, conosciuto come test di provocazione bronchiale aspecifica (TPBA), condotto con metacolina o istamina, può essere utile per confermare la presenza di asma in soggetti sintomatici con spirometria normale; inoltre, individui che hanno IgE specifiche verso allergeni di animali da laboratorio e un test alla metacolina positivo hanno un'elevata probabilità di una risposta positiva al test di provocazione bronchiale specifica (TPBS). Questo esame, gold standard per confermare la diagnosi di asma occupazionale dovuta all'esposizione ad animali da laboratorio, viene eseguito facendo inalare dosi crescenti di allergene animale e misurando la funzionalità polmonare ad intervalli di 10-15 minuti dopo ogni dose. Il test risulta positivo se si ha una riduzione ≥ 20% del FEV1 o ≥ 25% del PEF. Il monitoraggio di questi parametri dovrebbe continuare per almeno 12 ore, per identificare un'eventuale risposta tardiva, anche se ciò non è frequente in caso di asma da LAA e deve essere eseguito in regime ospedaliero.

Bibliografia

1) Bush RK. Mechanism and epidemiology of laboratory animal allergy. ILAR J 2001; 42: 4-11.
2) Harrison DJ. Controlling exposure to laboratory animal allergens. ILAR J 2001; 42: 17-35.
3) Corradi M, Romano C, Mutti A. Allergia da animali da laboratorio. Med Lav 2011; 102: 428-44.
4) Sorrel AH, Gottesman J. Mouse allergy. A case report. Ann Allergy 1957; 15: 662-3.
5) Bush RK, Stave GM. Laboratory animal allergy: an update. ILAR J 2000; 44: 28-51.
6) Corradi M, Ferdenzi E, Mutti A. The characteristics, treatment and prevention of laboratory animal allergy. Lab Anim 2012; 42: 26-33.
7) Seward JP. Occupational allergy to animals. Occup Med 1999; 14: 285-304.
8) Bush RK. Assessment and treatment of laboratory animal allergy. ILAR J 2001; 42: 55-64.
9) Cauz P, Bovenzi M, Filon FL. Laboratory animal allergy: follow-up in a research centre. Med Lav 2014; 105: 30-6.
10) Monsò E, Malo JL, Infante-Rivard C, et al. Individual characteristics and quitting in apprentices exposed to high-molecular-weight agents. Am J Respir Critic Care Med 2000; 161: 1508-12.
11) Botham PA, Lamb CT, Teasdale EL, et al. Allergy to laboratory animals: a follow-up study of its incidence and of the influence of atopy and pre-existing sensitization on its development. Occup Environ Med 1995; 52: 129-133.
12) Cullinan P, Lowson D, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Work related symptoms, sensitisation, and estimated exposure in workers not previously exposed to laboratory rats. Occup Environ Med 1994; 51: 589-92.
13) Gordon S, Tee RD, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Measurement of airborne rat urinary allergen in an epidemiological study. Clin Exp Allergy 1994; 24: 1070-7.
14) Heederik D, Venables KM, Malmberg P, et al. Exposure-response relationships for work-related sensitization in workers exposed to rat urinary allergens: results from a pooled study. J Allergy Clin Immunol 1999; 103: 678-84.
15) Gordon S. Laboratory animal allergy: a British perspective on a global problem. ILAR J 2001; 42: 37-46.
16) Gordon S, Preece R. Prevention of laboratory animal allergy. Occup Med 2003; 53: 371-377.
17) Bland SM, Levine MS, Wilson PD, et al. Occupational allergy to laboratory animals: an epidemiologic study. J Occup Med 1986; 28: 1151-7.
18) Sjösted L, Willers S, Orbaek P, et al. Human leukocyte antigens in occupational allergy: a possible protective effect of HLA-B16 in laboratory animal allergy. Am J Ind Med 1996; 30: 415-20.
19) Fuortes LJ, Weih L, Jones ML et al. Epidemiologic assessment of laboratory animal allergy among university employees. Am J Ind Med 1996; 29: 67-74.
20) Renström A, Karlsson AS, Malmberg P, et al. Working with male rodents may increase risk of allergy to laboratory animals. Allergy 2002; 56: 964-70.
21) Kenyon N, Morrissey BM, Schivo M, et al. Occupational asthma. Clin Rev Allergy Immunol 2012; 43: 3-13.
22) Seward JP. Medical surveillance of allergy in laboratory animal handlers. ILAR J 2001; 42: 47-54.
23) Park HS, Nahm DH. Prognostic factors for toluene diisocyanate-induced occupational asthma after removal from exposure. Clin Exp Allergy 1997; 27: 1145- 50.
24) Bernstein JA. Overview of diisocyanate occupational asthma. Toxicology 1996; 111: 181-9.
25) Ruoppi P, Koistinen T, Pennanen S. Sensitisation to mites in laboratory animal workers with rhinitis. Occup Environ Med 2005; 62: 612-5.
26) Wood RA, Segall N, Ahlstedt S, et al. Accuracy of IgE antibody laboratory results. Ann Allergy Asthma Immunol 2007; 99: 34-41.
27) Gallmeier K, Becker E, Kirsten A, et al. Prediction of new-onset asthma and nasal allergy by skin prick test and RAST in a cohort of adults. Eur Respir J 2014; 43:92-102.
28) Enarson DA, Yeung M. Determinants of changes in FEV1 over a workshift. Br J Ind Med 1985; 42: 202-4.

Corrispondenza: *Massimo Corradi, Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Parma, Via Gramsci 14, 43126 Parma, Italy, Tel. 0521 033098, Fax 0521 033076, E-mail: massimo.corradi@unipr.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 359-364
ISSN 1592-7830

© PI-ME, Pavia 2019

Stefano Porru, Marco Chiappin[1], Nicolò Sfriso[1]

Rischio biologico nei laboratori di ricerca

Ordinario di Medicina del Lavoro - Sezione di Medicina del lavoro - Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica - Università di Verona
[1] Medico in formazione - Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro - Università di Verona

RIASSUNTO. ***Obiettivi.*** **Trattare del rischio biologico (RB) nei laboratori di ricerca (LR), identificarne peculiarità per caratteristiche di esposizione, incidenza e tipologia di infezioni/malattie correlate (LAI) e per strategie preventive.**
Metodi. **Ricerca e valutazione bibliografica non sistematica, ultimi 40 anni; valutazione legislazione, linee guida, buone prassi.**
Risultati. **Emerge un RB nei LR in vari settori produttivi biomedici, agroalimentari, industriali, con varietà di LAI (soprattutto virus e batteri), di modalità di esposizione e trasmissione; riduzione delle LAI per misure preventive, efficacia trattamenti clinici e vaccinazioni, ma anche sottostima, per inadeguato reporting e LAI subcliniche; necessità di implementazione ed adesione a note linee guida tecnico-scientifiche e buone prassi già disponibili; necessità di informazione, formazione e addestramento specifici; assenza di sistemi di reporting e sorveglianza epidemiologica strutturati, con conseguente limitazione di dati su valutazione del rischio ed efficacia dei sistemi preventivi.**
Conclusioni. **Si ribadisce il ruolo del medico del lavoro in particolare per valutazione del rischio, sorveglianza sanitaria e clinico-epidemiologica, con necessità di monitorare l'efficacia degli interventi di prevenzione, in particolare dei livelli di biosicurezza. Utile migliorare la capacità di sorveglianza epidemiologica delle LAI, ad esempio attraverso networking o portali dedicati a segnalazioni di infortuni, malattie ed eventi avversi occorsi ai lavoratori dei LR.**

Parole chiave: rischio biologico, laboratorio di ricerca, salute e lavoro, biosicurezza, infezioni.

ABSTRACT. **Objectives.** ***To deal with biohazards in research laboratories (RL), identify exposure features, types and incidence of laboratory-acquired infections/diseases (LAI), and prevention strategies.***
Methods. ***Literature search and appraisal, non-systematic, last 40 years; legislation, guidelines and good practices evaluation.***
Results. ***Biohazards are relevant in RL, in various biomedical, agri-food and industrials sectors, with a variety of LAI (especially viruses and bacteria), modes of exposure and transmission; LAI decrease after preventive measures, vaccinations and clinical treatments; LAI underestimation, due to underreporting and subclinical LAI; need to implement and comply with well-known and available technical and scientific guidelines, good medical and laboratory practices; need for specific health education and training; lack of reporting and epidemiologic surveillance systems, with consequent limited data on risk assessment and effectiveness of preventive interventions.***
Conclusions. ***The roles of the occupational physician must be underlined, especially for risk assessment, health and clinic-epidemiologic surveillance, with the need to monitor***

Introduzione

Il rischio biologico (RB) nei laboratori di ricerca (LR) è di interesse in Medicina del Lavoro, in considerazione di:

– numero e caratteristiche degli agenti biologici (AB), quali virus, batteri, miceti, prioni, rickettsie e clamidie, parassiti, anche geneticamente modificati, emergenti o ri-emergenti, potenzialmente o deliberatamente presenti nei LR; variabilità di linee di ricerca e, quindi, di modalità di lavoro ed esposizione; potenziali effetti sulla salute (verosimilmente sottostimati), che variano da nulli/minori a mortali; rilievo di valutazione del rischio, sorveglianza sanitaria, giudizio di idoneità; importanza della prevenzione, soprattutto primaria, nonché della preparazione alle emergenze ed alla gestione di eventi sentinella; limitata conoscenza su numero di LR e relativi addetti; necessità di maggiore sorveglianza clinico-epidemiologica; necessità e cogenza del rispetto di regole, protocolli, procedure di biosicurezza e biocontenimento e relative buone prassi; livelli articolati di responsabilità coinvolti nella prevenzione e tutela di salute e sicurezza nei LR, in un contesto di crescita notevole della bioeconomia e di rapida espansione tecnologica nei LR.

Obiettivi di questo contributo sono:

– esaminare il RB nei LR in generale, tra cui quelli di ricerca biomedica, veterinaria, agroalimentare, e specificarne le rispettive peculiarità, se possibile;
– valutare la letteratura sull'argomento, anche attraverso una ricerca bibliografica non sistematica, ed affrontare i seguenti quesiti di ricerca: qual è l'incidenza delle infezioni correlate al laboratorio (LAI)? Quali sono gli AB più coinvolti? Con quali modalità di esposizione? Quali infezioni/malattie sono più frequenti ed importanti? Quali sono le strategie di prevenzione?
– identificare peculiarità e prospettive attinenti a valutazione del rischio, sorveglianza sanitaria ed epidemiologica, prevenzione e ricerca scientifica su salute e sicurezza nei LR.

Definizioni ed aspetti generali

Per AB si intende, come anche da Direttiva 54/2000/CEE, qualunque microrganismo anche se geneticamente modifi-

effectiveness of preventive interventions, particularly for biosafety and biosecurity levels in RL. It should be useful to increase capacity of epidemiologic surveillance for LAI, through networking or dedicated websites, in order to collect and analyze accidents, injuries, infections, or adverse events occurred to workers in RL.

Key words: *biohazards, research laboratory, occupational health, laboratory-acquired infections, biosafety.*

cato, coltura cellulare ed endoparassita umano che possa causare infezione, allergia, tossicità o altrimenti recare pericolo alla salute umana.

Infatti, appare limitativa scientificamente la definizione riportata dal D.Lgs 81/08, che non include effetti sulla salute oltre a quelli infettivi, tossici ed allergici, escludendo ad es. quelli cancerogeni.

Per esposizione/uso deliberato si intende che l'AB è trattato, manipolato, trasformato; quando può costituire materia prima, substrato, reagente, catalizzatore, prodotto del processo lavorativo ed è necessario per l'attività lavorativa. Ciò avviene peculiarmente nei LR (ad es. microbiologia, biotecnologie, altri LR in area biomedica ed agro-alimentare).

Si definisce un'esposizione come potenziale quando l'AB non è indispensabile al ciclo tecnologico, non è oggetto specifico dell'attività ma ne è un epifenomeno o elemento indesiderato, ad es. nel trattamento di materiale organico a scopo alimentare, trattamento di acque reflue e rifiuti, analisi di campioni biologici, servizi sanitari.

Il termine di biosicurezza si riferisce più comunemente a procedure operative, orientate a prevenire perdita, furto o diversione finalizzati ad uso deliberato, improprio e malevolo di AB e tossine. Tale accezione è relativa al termine di "biosecurity" della letteratura internazionale. Il termine tecnico di "biosafety" ha invece un'accezione che connota principi, tecnologie ed attività di biocontenimento per prevenire rilascio accidentale di AB nell'ambiente, con esposizione involontaria ad AB e loro tossine e conseguente rischio di LAI. Le misure necessarie per avere un elevato grado di biosafety non sono quindi necessariamente le stesse di quelle della biosecurity.

Il LR si differenzia sostanzialmente dal laboratorio clinico-diagnostico; nel LR (di cui non abbiamo reperito una definizione di legge o adottata diffusamente e scientificamente) si svolgono attività di ricerca scientifica, con grande variabilità di strutture, linee di ricerca, apparecchiature, procedure, obiettivi, metodologie, differenti anche a seconda del settore (biomedico, veterinario, agroalimentare, etc), appartenenti sia al pubblico che al privato, con dimensioni da assai contenute a livello industriale che utilizzano grandi quantità di AB, spesso assai concentrate.

Per laboratorio clinico-diagnostico si intende generalmente una struttura deputata all'esame di materiale biologico, microbiologico, sierologico, immunoematologico, citopatologico derivato dal corpo umano o animale, al fine di generare informazioni utili per prevenzione, diagnosi e cura, in un contesto di verosimile maggior carico di lavoro per unità di tempo, con maggiore e più verificabile standardizzazione e verosimile maggior impiego di lavoratori rispetto ai LR.

In Italia, il D.M. 11.4.2008 del MIUR ha istituito un elenco degli Istituti pubblici e privati di ricerca; il D.Lgs n.206 del 12.4.2001 stabilisce le misure per l'impiego confinato dei microorganismi geneticamente modificati (MOGM) e l'obbligo di notifica da parte degli impianti che ne fanno un utilizzo deliberato. Dati pubblicati dal Ministero della Salute mostrano che in Italia sono presenti 540 laboratori, di cui 239 con livello di biosicurezza (BSL) 1, 274 con BSL2 e 27 con BSL3; questi ultimi sono in Emilia Romagna (3), Lazio (3), Veneto (3), Piemonte (4), Lombardia (14). La maggior parte dei LR sono universitari (187) od ospedalieri (113).

Lezioni dalla storia e dalla letteratura scientifica

Già dai tempi di Pasteur e Koch vennero evidenziate le prime problematiche di infezioni/malattie correlate ad attività di laboratorio (LAI), all'epoca erano di pionieristica ricerca. Limitate ed occasionali ricerche degli anni '40 e '50 del 1900, relative a specifici case reports, epidemie occasionali anche con decessi (ad es. da brucellosi, febbri tifoidi, tubercolosi, antrace, febbri emorragiche, epatiti), raccolte di dati tramite questionari, avevano segnalato la sottostima (per sottodiagnosi e sottonotifica) delle LAI, la mancanza di approfondimenti su fonti del RB, modalità di esposizione e trasmissione ai vari AB, la necessità di maggiore attenzione alla prevenzione tecnica e procedurale, nonché il coinvolgimento di vari lavoratori (tecnici, ma anche studenti, assistenti, amministrativi, custodi, servizi vari correlati al LR). Tuttavia, sono i fondamentali studi di Pike degli anni '70 ad iniziare la moderna ricerca scientifica sulle LAI. Essi costituiscono una solida base per le riflessioni attuali. In sintesi, il suo lavoro - tuttora la più estesa revisione disponibile sulle LAI - ha raccolto dati su 4079 LAI, nell'arco di circa 130 anni fino al 1979. Gli AB coinvolti erano molto vari: Virus (Alpha, Arbo, Arena, Polio, Rabbia, Epatite, Influenza, Paramyxo, Flavi, Simian, Lassa, Machupo); batteri (Yersinia, Antrace, Streptococchi, Stafilococchi, Vibrio Cholerae, Borrelia, Francisella, Brucella, Bartonella, Shigella, Micobatteri tubercolari, Neisseria M., Leptospire, Erysipelothrix); altri AB quali Rickettsie, Clamidie, Istoplasma, Blasto e coccidiomiceti, Sporothrix, Toxoplasma. Il tasso di mortalità era del 4,2%. Le modalità di esposizione erano ignote nel 19,6% dei casi, mentre negli altri comprendevano aerosol (13,3%), infortuni (17,9%), animali o parassiti (16,8%), campioni clinici (7,3%), vetro contaminato (1,2%), autopsie (1,9%), lavoro con l'AB (21,1%). La maggior parte delle LAI (59%) era associata ad attività di ricerca, il 17% alla diagnostica. Il lavoro evidenziava la necessità di considerare numerose variabili per la valutazione del rischio, l'importanza di monitorare indicatori quali l'incidenza delle LAI e il numero di ore di esposizione per operatore, la minima dose infettante e le possibili sorgenti di infezione, così da stilare linee guida sulla corretta condotta in laboratorio e le misure da adottare per ridurre l'esposizione, come le barriere protettive, sia primarie che secon-

darie, cappe di sicurezza biologica con flussi laminari e filtri HEPA, cabine chiuse a pressione negativa, accesso controllato al laboratorio, tute adeguate, filtraggio dell'aria estratta, immunizzazione del personale, rigoroso rispetto delle regole di utilizzo, con condivisione di responsabilità sia dai supervisori sia dal personale. Limiti fondamentali della ricerca sono la mancanza di un denominatore per una stima epidemiologica, l'uso di dati aneddotici e questionari soggettivi/retrospettivi, nonché una limitata possibilità di valutazione del nesso di causa.

La letteratura continua a segnalare casi di LAI, attraverso case report e specifiche epidemie. I dati reperibili oggi riportano incidenze/prevalenze riferibili a laboratori diagnostici; non sono rilevabili con certezza dati per i LR. Ad esempio, vengono rilevate incidenze di 3/1000 (1978-1982) in laboratori clinico-diagnostici, 3.5/1000 in laboratori ospedalieri, 1.4/1000 in laboratori di sanità pubblica (1986). Inoltre, incidenze pari a 0.35/1000 (1986-1987), 0.83/1000 (1988-1989) e 0,16/1000 (1994-1995) sono state rilevate attraverso un questionario retrospettivo compilato da 397 laboratori inglesi di varia tipologia, di cui il 14% erano LR. Nel 2005, uno studio dell'American Society for Microbiology ha evidenziato che il 33% dei laboratori clinici aveva avuto almeno una LAI nel 2002-2004. Infine, un recente studio canadese ha riportato, nel solo 2016, in 835 laboratori di varie tipologie, 50 incidenti, comportanti esposizione ad AB, di cui 4 hanno portato a LAI. La maggior parte delle esposizioni (34.8%), è avvenuta in laboratori classificati come accademici.

Abbiamo pertanto proceduto ad una ricerca bibliografica, non sistematica, con PubMed, il MeSH term "laboratory infection", sole LAI, soli LR senza restrizioni temporali; la ricerca ha restituito 1120 voci. Considerando il periodo 1979-2019, testo completo, in italiano o inglese, sono risultate 652 voci; 43 riportavano una o più LAI. Negli ultimi 10 anni, 31 articoli riportavano questo MeSH term. Dei 43 lavori considerati, 24 erano case report di una o più LAI (max 5), 11 valutazione del rischio, 7 linee guida o procedure. 1 articolo è stato escluso poiché sovrapponibile ad altro lavoro. 1 dei case report riguardava OGM. Le LAI descritte erano vaccinia virus e vaccinia virus ricombinante in 8 casi; meningococco in 3; 8 febbri emorragiche (Ebola o Hantavirus); 1 caso lentivirus, SARS, schistosoma, tripanosoma, tifo murino, filovirus e febbre Q, salmonelle e shigelle. 9 LAI erano zoonosi indirette (contatto accidentale con fluidi di animale o loro tessuti). In 8 casi la LAI è stata conseguente al non rispetto delle procedure di biosafety: 4 casi da punture accidentali con aghi durante inoculo in animali; 2 casi per alterazioni della barriera cutanea delle mani; i lavori restanti non riportavano informazioni. La serie più numerosa è stata di 24 casi di S. Typhi all'interno di strutture didattiche di una università americana.

In sintesi, emergono alcuni elementi generali, quali: varietà di LAI, di modalità d'esposizione e trasmissione; loro costante riduzione nel tempo, sia per le misure preventive, sia per l'efficacia dei trattamenti clinici e delle vaccinazioni, ma anche loro verosimile sottostima (tenendo anche conto di quanto accade nei laboratori diagnostici), soprattutto per l'inadeguato reporting e la presenza di LAI subcliniche; un numero limitato di AB causa la maggior parte delle LAI; maggiore tempestività nella diagnosi e nel trattamento, con minore letalità e morbilità; uso della PCR per attribuire l'infezione ad un ceppo presente nel LR e non acquisito in comunità o da altre fonti; necessità di utilizzo, implementazione, sviluppo e adesione a linee guida e procedure (in particolare BSL) e vaccinazioni specifiche per evitare ulteriori LAI; necessità di specifica informazione, formazione e addestramento; utilizzo di tutti i DPI necessari per lo specifico BSL; assenza di sistemi di reporting e sorveglianza strutturati e quindi di dati comprensivi ed affidabili di incidenza/prevalenza e di valutazione del rischio.

Prevenzione e gestione del rischio biologico nei laboratori di ricerca oggi

I principi di prevenzione delle LAI sono ben codificati dal finire degli anni '70. Le procedure di prevenzione hanno sempre avuto come obiettivo sia la tutela del lavoratore, sia la tutela del pubblico e dell'ambiente (ad es. attraverso corretta gestione dei rifiuti). Oggi soprattutto, sono correntemente disponibili tecnologie, attrezzature e protezioni, buone prassi di laboratorio e di medicina del lavoro per prevenire la grande maggioranza delle LAI. Le linee generali della prevenzione del RB nei LR sono gerarchicamente basate su:

valutazione del rischio, a sua volta basata essenzialmente su identificazione e conoscenza di AB coinvolti, modalità di esposizione e trasmissione e sorveglianza epidemiologica; sorveglianza sanitaria, basata soprattutto sull'identificazione dell'eventuale suscettibilità del lavoratore e sulle azioni conseguenti, tra cui le vaccinazioni; informazione e formazione (per lavoratori, dirigenti, preposti, datori di lavoro, professionisti in Medicina del lavoro); applicazione dei livelli di biosicurezza/biocontenimento; misure tecniche, organizzative, procedurali, sanitarie e non, oggi ben codificate anche da linee guida tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali e dalla normativa.

A tale proposito, il D.Lgs 81/08 prevede, all'art.275, specifiche misure per laboratori (di ricerca, didattici e diagnostici) comportanti uso di AB dei gruppi 2,3,4 (Tabella I). Inoltre, è molto importante che vengano adottati i noti e ben codificati livelli di biosicurezza (BSL), appropriati allo specifico LR ed alla relativa pericolosità.

Per quanto attiene alla valutazione del rischio, come da indicazioni di letteratura e linee guida nazionali ed internazionali, anche nei LR i passi da fare sono, in sintesi, i seguenti (sottolineando che non esiste un gold standard e che sono da evitare gli algoritmi):

sopralluogo e valutazione caratteristiche generali dell'ambiente di lavoro e del sistema di prevenzione; identificazione mansioni potenzialmente a rischio; identificazione e classificazione degli AB presenti (che possono essere i più diversi); identificazione sorgente, emissione, modalità di trasmissione potenziale; valutazione controlli ingegneristici e tecnici; disponibilità, uso e compliance per i DPI; verifica tecnologie, presidi e procedure di bio-

Tabella I. ***Misure e livelli di contenimento, come da Allegato XLVII del D.Lgs 81/08, da applicarsi in base a natura delle attività, valutazione del rischio e natura dell'agente biologico***

MISURE DI CONTENIMENTO	LIVELLI DI CONTENIMENTO		
	2	3	4
La zona di lavoro deve essere separata da qualsiasi altra attività nello stesso edificio	*No*	*Raccomandato*	*Si*
L'aria immessa nella zona di lavoro e l'aria estratta devono essere filtrate attraverso un ultrafiltro (HEPA) o un filtro simile	*No*	*Si, sull'aria estratta*	*Si, sull'aria immessa e su quella estratta*
L'accesso deve essere limitato alle persone autorizzate	*Raccomandato*	*Si*	*Si, attraverso una camera di compensazione*
La zona di lavoro deve poter essere chiusa a tenuta per consentire la disinfezione	*No*	*Raccomandato*	*Si*
Specifiche procedure di disinfezione	*Si*	*Si*	*Si*
La zona di lavoro deve essere mantenuta ad una pressione negativa rispetto a quella atmosferica	*No*	*Raccomandato*	*Si*
Controllo efficace dei vettori, ad esempio, roditori ed insetti	*Raccomandato*	*Si*	*Si*
Superfici idrorepellenti e di facile pulitura	*Si, per il banco di lavoro*	*Si, per il banco di lavoro e il pavimento*	*Si, per il banco di lavoro, l'arredo, i muri, il pavimento e il soffitto*
Superfici resistenti agli acidi, agli alcali, ai solventi, ai disinfettanti	*Raccomandato*	*Si*	*Si*
Deposito sicuro per agenti biologici	*Si*	*Si*	*Si, deposito sicuro*
Finestra d'ispezione o altro dispositivo che permetta di vederne gli occupanti	*Raccomandato*	*Raccomandato*	*Si*
I laboratori devono contenere l'attrezzatura a loro necessaria	*No*	*Raccomandato*	*Si*
I materiali infetti, compresi gli animali, devono essere manipolati in cabine di sicurezza, isolatori o altri adeguati contenitori	*Ove opportuno*	*Si, quando l'infezione è veicolata dall'aria*	*Si*
Inceneritori per l'eliminazione delle carcasse degli animali	*Raccomandato*	*Si (disponibile)*	*Si, sul posto*
Mezzi e procedure per il trattamento dei rifiuti	*Si*	*Si*	*Si, con sterilizzazione*
Trattamento delle acque reflue	*No*	*Facoltativo*	*Facoltativo*

sicurezza (livelli BSL) e relativi manuali e linee guida operativi; valutazione eventuali misure di isolamento e necessità di precauzioni standard; istituzione eventuale registro esposti, malattie e decessi; procedure di reporting, analisi e follow up infortuni/quasi infortuni; accesso a profilassi post esposizione; gestione gravidanze; attivare procedure pulizia, decontaminazione, disinfezione, sterilizzazione, rifiuti; verifica servizi igienici, servizi di primo soccorso ed emergenza; gestione accessi al LR; acquisizione dati dalla sorveglianza sanitaria (infezioni, malattie; suscettibilità; monitoraggio stato immunitario), numero e tipo isolamenti in Laboratorio; verifica attività di informazione, formazione ed addestramento e loro efficacia. Tutti questi elementi concorrono alla caratterizzazione del rischio; in alcuni casi, è possibile anche ricorrere a modelling, usando dati qualitativi e quantitativi.

Nello specifico dei LR, è opportuno richiamare che le vie di trasmissione più importanti e le modalità più rilevanti di utilizzo e di esposizione ad AB nei LR sono richiamate in Tabella II.

Va sottolineato che talora nei LR non sempre vie di trasmissione e fattori di virulenza dell'AB sono noti o chiariti; ciò può esporre il personale a rischio maggiore, poiché l'AB potrebbe essere trattato ad un livello di biocontenimento inferiore al necessario. A questo proposito, segnaliamo che per le biotecnologie, in fase di loro inziale sviluppo, erano stati segnalati casi di sieroconversione in addetto produzione HIV concentrato, micosi in addetti processi di fermentazione, infezioni respiratorie e gastrointestinali in addetti produzione enzimi (utilizzo di bacillus subtilis e Aspergillus awamori), qualche caso di neoplasie (post inoculazione accidentale di cellule tumorali, anche all'Istituto Pasteur di Parigi), sindromi mialgia-eosinofilia post contaminazione di integratori dietetici da Bacillus amyloliquefaciens utilizzato nel ciclo tecnologico del triptofano, nonché produzione di aflatossine prodotte da Aspergillus. Per quanto attiene alla sorveglianza sanitaria, non sono necessarie indicazioni differenti da quelle già presenti nella letteratura e nelle linee guida italiane ed internazionali, così come per la formulazione del giudizio di idoneità. Attenzione specifica dovrà quindi essere dedicata a: anamnesi infettivologica, riconoscimento condizioni di suscettibilità individuale (ad es. ricerca anticorpi specifici se disponibili; verifica obiettiva stato vaccinale/immunologico e condizioni di immunodeficit soprattutto acquisiti; gravidanza, lesioni-patologie bar-

Tabella II. ***Principali vie di esposizione/trasmissione di Agenti Biologici nei laboratori di ricerca***

Ricerca, sperimentazione e produzione vaccini (uso vettori virali per transfezione di geni immunogeni in colture biologiche)	Ricerca e produzione OGM (ricerca "Gain Of Function" e Dual Use; bioterrorismo)
Ricerca, sperimentazione e produzione biofarmaci (uso di colture cellulari batteriche, vegetali, di mammifero, anche transgenici)	Utilizzo di linee cellulari, vettori virali, retrovirali e viroidi in terapia genica, immunomodulazione, transfezione (ad es., adenovirus, herpesvirus, lentivirus)
Fase di separazione, concentrazione, centrifugazione e produzione sostanze bioderivate	Ricerca e produzione di vettori energetici e combustibili per biotrasformazione da residui agricoli e agro-alimentari o altre biomasse da fonti rinnovabili (amido di mais, estratti grezzi di zuccheri, materiali ligneo-cellulosici)
Ricerca, sperimentazione e produzione nuovi metodi/kit diagnostici; anticorpi monoclonali, peptidi clonati	Ricerca e produzione di composti con additivi biologici (enzimi)
Prove biologiche sperimentali (su animali e cellule); biologia sintetica	Produzione per biotrasformazione (detersivi, prodotti concia del cuoio)
Xenotrapianti	Servizi vari (trasporto, confezionamento, spedizione, trattamento e smaltimento rifiuti)

riera cute-mucose, flogosi in atto; condizioni che possono limitare l'uso di DPI per il RB o che richiedano l'utilizzo di specifici DPI); proposta attiva di vaccinazioni specifiche; counselling generale; gestione post infortunio.

Considerazioni conclusive

In sintesi, il ruolo del medico del lavoro si eserciterà attraverso gli usuali canali:

– collaborerà alla valutazione del rischio nelle fasi di identificazione e caratterizzazione (e stima) del rischio, alla scelta dei DPI, fornirà i dati di sorveglianza sanitaria/epidemiologica che avrà raccolto nel tempo, collaborerà alla gestione dei registri di esposti, malattia-decesso e, in particolare, all'analisi, monitoraggio e gestione degli infortuni/quasi infortuni, al disegno, promozione, monitoraggio delle procedure di sicurezza;
– collaborerà all'informazione e formazione ed al counselling
– effettuerà la sorveglianza sanitaria ed epidemiologica, valutando in particolare il profilo di rischio e la suscettibilità individuale, per la necessità o meno di vaccinazioni e per la formulazione del giudizio di idoneità.

Possibili ed auspicabili linee di approfondimento e di ricerca applicata, in Italia almeno, potrebbero riguardare i temi della sorveglianza epidemiologica e sanitaria delle LAI e del networking.

La costituzione di un sistema di reporting e sorveglianza nazionale informatico per la raccolta di infortuni, quasi infortuni, eventi accidentali occorsi in un LR, similmente a quanto fatto col progetto SIROH in ambito di RB nei lavoratori della sanità, potrebbe permettere di generare maggiore attenzione sui LR, meglio stimare il RB, evidenziare e gestire le LAI, nonché delineare, attuare, rafforzare e controllare l'esito delle strategie di prevenzione e di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, in un modo non punitivo e in una prospettiva di valutazione dell'efficacia delle misure attuate, elemento ancora in discussione in letteratura. Riguardo alla sorveglianza epidemiologica e sanitaria, si segnala l'esperienza del Clin Micro Net, un network/forum con adesione volontaria, on line, sostenuto dall'American Society for Microbiology e, soprattutto, il sistema obbligatorio di reporting e sorveglianza del Canada (Laboratory Incident Notification Canada, promosso dal 2016 dal Centre for Biosecurity della Public Health Agency of Canada): ci paiono eccellenti esempi di come sarebbe possibile agire concretamente e in modo mirato per i LR, che, evidentemente e auspicabilmente, necessiterebbero di specifica, standardizzata e sistematica attenzione anche in Italia.

Bibliografia

Alessio L, Porru S, e coll. Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori della sanità esposti a rischio biologico. In: Linee guida per la formazione continua e l'accreditamento del Medico del Lavoro. Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale. Apostoli P, Imbriani M, Soleo L, Abbritti G, Ambrosi L Editori, PIME Editrice, Pavia, 2005.

Autori Vari, Coordinatore S. Porru. Rischio biologico nei lavoratori della sanità. G Ital Med Lav 2010; 32(3): 232-322.

Bienek A, Heisz M, Su M. Surveillance of laboratory exposures to human pathogens and toxins: Canada 2016. Can Comm Dis Rep 2017; 43(11): 228-235.

Coelho AC, Garcia Diez J. Biological risks and laboratory-acquired infections: a reality that cannot be ignored in health biotechnology. Front Bioeng Biotechnol 2015; 3: art. 56. Pp. 1-10.

Collins DE, Reuter JD, Rush HG, et al. Viral vector biosafety in laboratory animal research. Comp Med 2017; 67(3): 215-221.

Dyson MC, Carpenter CB, Colby LA. Institutional oversight of occupational health and safety for research programs involving biohazards. Comp Med 2017; 67(3): 192-202.

Kimman TG, Smit E, Klein MR. Evidence-based biosafety: a review of the principles and effectiveness of microbiological containment measures. Clin Microbiol Rev 2008; 21(3): 403-425.

Howard J, Murashov V, Schulte P. Synthetic biology and occupational risk. J Occup Environ Hyg 2017; 14(3): 224-236.

Patterson A, Fennington K, Bayha R, et al. Biocontainment laboratory risk assessment: perspectives and considerations. Pathog Dis 2014; 71: 102-108.

Peng H, Bilal M, Iqbal HMN. Improved biosafety and biosecurity measures and/or strategies to tackle laboratory-acquired infections and related risks. Int J Environ Res Pub Health 2018; 15: 2697.

Pike RM. Laboratory-associated infections: incidence, fatalities, causes and prevention. Ann Rev Microbiol 1979; 33: 41-66.
Porru S. Risk assessment, health surveillance and fitness for work in health care workers exposed to infectious agents. Working Group Occupational Infectious Agents, International Commission on Occupational Health (ICOH), 2014.
Schlimgen R, Howard J, Wooley D, et al. Risks associated with lentiviral vector exposures and prevention strategies. J Occup Environ Med 2016; 58(12): 1159-1166.
Sewell DL. Laboratory-associated infections and biosafety. Clin Microbiol Rev 1995; 8(3): 389-405.
Singh K. Laboratory-acquired infections. Clinical Infectious Disease 2009; 49: 142-147.
Traxler RM, Lehman MW, Bosserman EA, et al. A literature review of laboratory-acquired brucellosis. J Clin Microbiol 2013; 51(9): 3055-30662.
Weiss S.Yitzhaki S, Shapira SC. Lessons to be learned from recent biosafety incidents in the United States. IMAJ 2017; 17: 269-273.

Corrispondenza: *Prof. Stefano Porru, Sezione di Medicina del lavoro - Dipartimento di Diagnostica e Sanità Pubblica - Università di Verona, P.le L.A. Scuro 10, 37134 Verona, Italy, Tel. 045 812 4294, E-mail stefano.porru@univr.it*

G Ital Med Lav Erg 2019; 41:4, 365-367
ISSN 1592-7830
© PI-ME, Pavia 2019

In memoriam
Francesco Candura (1929-2019)

Francesco Candura nasce a Resina (oggi Ercolano) il 27 agosto 1929 da Giuseppe Salvatore e Anna Russo. Dal Padre (che amava definire "il mio primo Maestro"), grande naturalista, entomologo ed ecologista *ante litteram* (1-2), eredita l'amore per lo studio e la ricerca, la passione per l'insegnamento, il rispetto per la natura e tutte le forme di vita.

Conseguita non ancora diciottenne la maturità classica, il giovane Candura s'immatricola a Medicina all'Università di Pavia ed è ammesso al Collegio Borromeo, al tempo retto da Mons. Cesare Angelini, il famoso letterato e critico manzoniano (3), del quale serberà sempre un affettuoso ricordo.

Frequenta la clinica medica diretta da Paolo Introzzi, consegue la laurea con lode (nel 1953) e una prima specializzazione in "malattie dell'apparato digerente, sangue e ricambio". Diventa quindi assistente e consegue la libera docenza in patologia medica.

Ma la svolta decisiva per la futura carriera è l'incontro, agli inizi degli anni '60, con il Prof. Salvatore Maugeri, che da poco aveva inaugurato in via Boezio, nel centro di Pavia, la clinica del lavoro, che sotto la sua guida avrebbe poi avuto uno straordinario sviluppo (4). Allievo diretto del celebre Maestro, Candura consegue la specializzazione e quindi la libera docenza in medicina del lavoro, in un periodo storico caratterizzato dal passaggio di molte attività produttive dal livello artigianale a quello industriale, senza un corrispondente adeguamento delle misure preventive. Tale fenomeno determina un aumento, a volte in proporzioni epidemiche, dell'incidenza delle malattie professionali. Si pensi ad esempio all'aumento della produzione nelle industrie estrattiva, siderurgica e dei materiali silicei, e al conseguente aumento dei casi di silicosi; al solfocarbonismo negli addetti alla produzione della seta artificiale con il metodo "viscosa"; alle nefaste conseguenze dell'introduzione del benzene come solvente nel settore calzaturiero, pure in enorme espansione. Inoltre, con gli anni '60, a queste malattie professionali "classiche" si affiancano tecnopatie "di seconda generazione" che in parte configurano anche la patologia professionale più recente. Tale evoluzione è correlabile alla produzione e all'impiego in ambito industriale di un numero sempre maggiore di sostanze chimiche. Ad esempio, il crescente numero di materie plastiche ed elastomeri comporta l'esposizione professionale a centinaia di composti impiegati come monomeri, plastificanti, solventi, coloranti etc. Sono di questi anni l'epidemia di neuropatia da collanti nelle industrie calzaturiera e delle pelli (dovuta principalmente all'*n*-esano impiegato come solvente), i casi di carcinoma della vescica urinaria dovuti alle amine aromatiche impiegate nelle fabbriche di coloranti e della gomma, le ripetute segnalazioni di allergopatie professionali – cutanee e respiratorie – da resine (epossidiche, poliuretaniche) e da isocianati (5).

Ecco quindi che l'attività clinica e scientifica di Candura, nell'Istituto diretto dal Maestro, è soprattutto caratterizzata da osservazioni e ricerche nel campo della tossicologia industriale, con la pubblicazione di studi pionieristici su alcuni metalli (6-7) e composti organici (8-9).

Sempre negli anni '60, Candura getta il seme di quello che sarà il suo testamento scientifico. Nasce infatti in questo periodo l'idea di un approccio alla disciplina non nosografico, bensì merceologico-tecnologico. In altri termini, anziché studiare il danno da lavoro a seconda del distretto dell'organismo colpito, sceglie la strada di individuare i danni in funzione dei fattori di rischio presenti nei vari momenti dei singoli cicli produttivi, di beni e servizi. Su questa base ipotizza che ogni insediamento produttivo debba procedere a un censimento sistematico di detti fattori, allo scopo di contenerli sotto limiti prefissati e periodicamente revisionati in base al progredire delle conoscenze scientifiche. Lo slogan «censire i rischi per poterli censurare», coniato già nel 1961, incisivamente riassume il concetto delle necessità di un censimento sistematico dei rischi professionali, finalizzato alla conseguente prevenzione: è questo il filo conduttore di un trattato di tecnologia industriale "a uso dei cultori di medicina del lavoro", la cui prima edizione risale al 1965 sotto forma di dispensa universitaria (10), mentre l'ultima edizione esce all'inizio del nuovo millennio (11).

Scrive al riguardo Italo Florio: «È singolare che l'insegnamento non sia stato in Italia accolto direttamente, ma ci sia stato imposto dalla Comunità Europea, la quale ha costretto l'Italia a "recepire" una serie di sue direttive ispirate appunto al censimento dei rischi e alla conseguente censura (decreto legislativo 626/1994 e successive modifiche e integrazioni)» (12).

Nel 1968 Candura è chiamato all'Università di Sassari come professore incaricato di Medicina del Lavoro; nel 1971 diventa ordinario. Qui insegna per otto anni, senza

mai recidere il cordone ombelicale con la Scuola pavese. Il periodo sassarese, fondamentale per il pieno raggiungimento della maturità clinica e scientifica, è quindi caratterizzato da frequenti traversate sulla rotta Genova-Porto Torres, in anni in cui i traghetti erano ancora privi della figura del "medico di bordo": all'ancora giovane (ma ben noto al personale navigante) Prof. Candura era quindi richiesto di soccorrere gli altri passeggeri (con mezzi di fortuna) per le urgenze più disparate.

Sempre al periodo sardo appartengono le osservazioni sui danni (fisici e psicologici) causati ai lavoratori autoctoni dal brusco passaggio da attività tradizionalmente agricole, marittime e pastorali al lavoro industriale (13).

Rientrato a Pavia nel 1976, succede alla Cattedra di Maugeri, assumendo la direzione dell'Istituto e della Scuola di Specializzazione creati dal Maestro.

Nel frattempo, il mondo del lavoro e la conseguente patologia sono mutati: a partire dagli anni '70 erano infatti iniziate opere di ammodernamento degli impianti industriali volti al contenimento dei rischi professionali e, più in generale, al miglioramento delle condizioni igienico-ambientali; la principale ricaduta positiva di tali interventi è la graduale diminuzione, fino alla quasi totale scomparsa, di alcuni quadri clinici "classici" (es. saturnismo, idrargirismo, emopatia benzolica, solfocarbonismo), legati all'esposizione a dosi medio-alte d'inquinanti che avevano caratterizzato gli ambienti di lavoro nei decenni precedenti. Permane tuttavia il rischio d'intossicazioni acute accidentali (per esempio da monossido di carbonio o da veleni metaemoglobinizzanti), così come rimangono di frequente riscontro malattie professionali (pneumoconiosi, neoplasie occupazionali) dovute a esposizioni pregresse, caratterizzate da lunghi periodi di latenza tra esposizione al rischio e comparsa della sintomatologia. L'attenzione di Candura e dei suoi allievi (tra cui Franco, Biscaldi, Malamani) si sposta pertanto su forme morbose più sfumate, a lento decorso, legate all'esposizione a basse dosi, non sempre diagnosticabili con i mezzi tradizionali, il cui nesso con la determinante occupazionale rimane talora controverso (14-16).

Dagli anni '80 l'attenzione della Scuola pavese (che comprendeva, tra gli altri, Salvini, Capodaglio, Cavalleri, Pollini, Pezzagno, Catenacci, Moscato, Imbriani) è anche focalizzata su alcune tematiche "emergenti", tra cui l'allergologia occupazionale, l'ergonomia, la psicologia del lavoro (17-19). Candura crea quindi due nuove Scuole di Specializzazione (Allergologia e Immunologia clinica; Psicologia) e fonda il *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro* (in seguito denominato *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*).

Dal 1982 al 1988 è Presidente della Società Italiana di Medicina del Lavoro (20), dal 1998 al 2001 è direttore del Dipartimento di Medicina Preventiva, Occupazionale e di Comunità dell'Università di Pavia.

Gli ultimi due decenni del ventesimo secolo rappresentano il periodo della massima attività e notorietà: medaglia d'oro al merito della Sanità pubblica, nel 1992 riceve in Campidoglio il Premio internazionale "Buccheri-La Ferla" per gli importanti contributi portati alla disciplina.

Di questo florido periodo collaboratori e allievi ricordano la costante presenza in clinica, sempre con camice (che Egli indossava come una divisa), cravatta e fonendoscopio, talora anche di notte o nelle primissime ore del mattino, quando – diceva – non era interrotto e poteva lavorare con maggiore tranquillità. La produzione scientifica complessiva di Candura comprende più di 300 pubblicazioni, oltre a 48 raccolte di scritti di carattere letterario.

Per il Prof. Candura il malato era sempre al primo posto (tradizionalmente trascorreva in reparto le mattinate di Natale e Pasqua), seguito dallo studente: l'insegnamento era una missione, le lezioni erano preparate con estrema cura, le tesi di laurea e di specializzazione riviste nei più fini dettagli. Innumerevoli volte Presidente delle Commissioni di Laurea e degli Esami di Stato per l'abilitazione professionale, Candura ha contribuito in modo determinante alla formazione umana e professionale di generazioni di medici.

L'inizio del terzo millennio è purtroppo caratterizzato da due eventi che lasciano il segno: la malattia e la perdita dell'amata moglie Luisa Malaspina, inseparabile compagna di una vita, e la *ultima lectio discipulis* per raggiunti limiti d'età. A mitigare il dispiacere arrivano i sospirati nipotini e il conferimento del titolo di Professore Emerito.

La quiescenza e il lutto rallentano ma non fermano l'operosità del Candura, che – fino a quando le condizioni di salute glielo consentono – continua a prestare aiuto ai sofferenti e a produrre scritti, scientifici (21) e letterari (22).

"Il Professore" (come moltissimi lo chiamavano) ci ha lasciati il 15 giugno scorso. Ora riposa accanto alla sua Luisa ma sopravvive in tutti coloro che hanno beneficiato della sua opera di medico, scienziato ed educatore.

Riferimenti bibliografici

1) Candura GS. Fauna-flora armonica. Malefatte nel frutteto di insetti, di acari e di antiparassitari nuovi. Licinio Cappelli, Bolzano, 1950.
2) Candura GS. Lezioni di Ecologia attuale. Università di Bari, 1964.
3) Angelini C. Manzoni. UTET, Torino, 1942.
4) Armocida G. L'opera di Salvatore Maugeri nella Medicina del Lavoro del suo tempo. G Ital Med Lav Erg 2006; 28: 133-136.
5) Crepet M. I cambiamenti nel tempo della patologia professionale. In: Crepet M, Saia D. Medicina del Lavoro. UTET, Torino, 1993, pp. 119-122.
6) Candura F, Pozzi U, Favino A. La mioglobina nel saturnismo sperimentale. I: Comportamento nel coniglio normale e nel coniglio intossicato. Boll Soc Med Chir Pavia 1967; 81: 191-198.
7) Favino A, Candura F, Chiappino G, Cavalleri A. Study on the androgen function of men exposed to cadmium. Med Lav 1968; 59: 105-110.
8) Candura F, Nazari G, Favino A, Pozzi U. Lesioni neurologiche nella porfiria sperimentale da allil-isopropil-acetilcarbamide. Archivio Italiano di Anatomia e Istologia Patologica 1965; 39: 170-182.
9) Pozzi U, Pozzoli L, Candura F. Inalazione acuta di vapori irritanti (vapori nitrosi, anidride solforosa, fenolo) nella vulcanizzazione della gomma. Lavoro Umano 1967; 19: 479-488.
10) Candura F. Appunti di tecnologia industriale, di igiene del lavoro e di pronto soccorso. Editrice Viscontea, Pavia-Milano, 1965.
11) Candura F, Candura SM. Elementi di tecnologia industriale a uso dei cultori di medicina del lavoro. CELT, Piacenza, 2002.

12) Florio I, Scafa F. Appendice alla relazione di Francesco Candura: "L'evoluzione del concetto di rischio professionale nel pensiero medico". In: Atti del Convegno "Verso il miglioramento della sicurezza sul lavoro attraverso il nuovo D.lgs. 626/94", ANMIL, Gallarate (VA), 1996, pp. 8-9.
13) Candura F. Problemi psicologici in medicina del lavoro. In: Cesa Bianchi M. Psicologia e ospedale generale. Franco Angeli, Milano, 1979, pp. 253-256.
14) Franco G, Malamani T, Piazza A, Candura F. Subclinical defect of carbohydrate metabolism in viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. G Ital Med Lav 1979; 1: 75-78.
15) Candura F, Franco G, Malamani T, Scalisi L. Sulphydryl compounds in lead poisoning. Lancet 1979; Feb 10, 1: 330.
16) Franco G, Malamani T, Germani L, Candura F. Assessment of coronary heart disease risk among viscose rayon workers exposed to carbon disulfide at concentrations of about 30 mg/m^3. Scand J Work Environ Health 1982; 8: 113-120.
17) Moscato G, Biscaldi GP, Cottica D, Pugliese F, Candura S, Candura F. Occupational asthma due to styrene: two case reports. J Occup Med 1987; 29: 957-960.
18) Pezzagno G, Capodaglio E. Criteri di valutazione energetica delle attività fisiche. La Goliardica Pavese, Pavia, 1991.
19) Giorgi I, Argentero P, Zanaletti W, Candura SM. Un modello di valutazione psicologica del mobbing. G Ital Med Lav Erg 2004; 26: 127-132.
20) Tomassini L. La presidenza Candura e i difficili anni '80. In: La salute al lavoro. La Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale dalle origini a oggi. Nuova Editrice Berti, Piacenza, 2012, pp. 151-154.
21) Candura SM, Fonte R, Candura F (curatori). Malattie da agenti fisici. In: Trattato di Medicina Interna, vol. IV, tomo II. Piccin Nuova Libraria, Padova, 2015, pp. 3-68.
22) Candura F. Check out (controllo in uscita). Industria Grafica Pavese, Pavia, 2007.

INFORMAZIONI PER GLI AUTORI GIMLE

Al fine di sottomettere 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.

ADROTERAPIA
PIÙ PRECISA SUL TUMORE
MENO INVASIVA SUL PAZIENTE

L'adroterapia è la forma più avanzata di radioterapia che sfrutta l'efficacia e la precisione di ioni carbonio e protoni per il trattamento di tumori radio-resistenti o inoperabili.

Gli ioni carbonio, in particolare, **provocano un danno al DNA 3 volte maggiore rispetto a quello generato dalla radioterapia convenzionale, risparmiando i tessuti sani circostanti.**

CNAO è l'unico centro in Italia e uno dei pochi al mondo in grado di effettuare trattamenti di adroterapia sia con fasci di ioni carbonio che con protoni.

fondazione CNAO

Una nuova energia contro i tumori

www.fondazionecnao.it - Strada Campeggi 53 - 27100 Pavia - Tel. 0382 078 963 - serviziomedico@cnao.it

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

VOLUME XLI - N. 4 OTTOBRE-DICEMBRE 2019

82° Congresso Nazionale SIML
Società Italiana di Medicina del Lavoro

Trieste città della scienza: dalla ricerca alla prevenzione

Trieste, 25-27 settembre 2019

Editors:
Giovanna Spatari
Massimo Bovenzi
Francesca Larese Filon

RELAZIONI SESSIONI PLENARIE

SESSIONE PLENARIA - Esposizione agli Agenti Fisici: linee di aggiornamento e intervento

M. Bovenzi
Nuovi criteri internazionali per la valutazione del rischio vascolare e la stadiazione clinica della sindrome da vibrazioni mano-braccio

I. Pinto, A. Bogi, F. Picciolo, N. Stacchini
La valutazione dei rischi da radiazioni ottiche: metodi, casi studio, criticità

R. Falsaperla, E. Mattei, F. Censi, A. Bogi, I. Pinto, G. Calcagnini
La valutazione del rischio da esposizione a CEM con particolare riguardo alla tutela dei soggetti sensibili

F. Gobba
Metodi e strumenti sanitari per l'idoneità lavorativa dei soggetti particolarmente sensibili a CEM

SESSIONE PLENARIA - I rischi nel lavoro portuale

A. Barbieri, L. Sabatini, F. Graziosi, E. Severi, G. Mancini, F.S. Violante
I rischi per la salute e la sicurezza nel lavoro portuale: aggiornamento della revisione narrativa della letteratura

G.A. Tozzi
L'approccio armonizzato alla salute e sicurezza nei porti italiani: l'esperienza del gruppo tecnico interregionale sui porti e le navi

G. Civran
Salute e sicurezza sul lavoro in ambito portuale e governo dei processi sociali e di sviluppo economico

G. Mancini, G. Lucchi, E. Elia, S. Olanda, F. Martinini, M. Rossetto, R. Angelini
L'organizzazione della prevenzione nel porto di Ravenna

P. Toffanin, V. Patussi, G. Campo
Lo strumento dell'AUDIT nella gestione della sicurezza sul lavoro nelle aziende che operano nell'area portuale di Trieste. Un progetto di prevenzione interistituzionale

F. Larese Filon
Allergia a caffè verde ed esposizione a particelle ultrafini nei lavoratori del porto di Trieste

SESSIONE PLENARIA - Lavoro, ambiente e malattie cardiovascolari: recenti evidenze scientifiche per la pratica clinica del medico del lavoro

M. Röösli
Effects of transportation noise and particulate matter on the cardiovascular system: What is the new evidence?

R. Paolillo, N. Boccella, S. D'Apice, G. Esposito, C. Perrino
Limiti e potenzialità dell'analisi combinata epigenetica e trascrizionale su ampia scala per individuare obiettivi terapeutici nelle malattie cardiovascolari

G. Veronesi, M. Cavicchiolo, M.M. Ferrario
Allostatic Load as a mediator of the association between psychosocial risk factors and cardiovascular diseases. Recent evidence and indications for prevention

S. Doimo, A. Cherubini, P. Maras, D. Radini, A. Di Lenarda, G. Sinagra
Impatto della riabilitazione cardiaca ambulatoriale per la ripresa dell'attività lavorativa del cardiopatico

R. Borchini, M.M. Ferrario
Idoneità lavorativa nel cardiopatico: valutare i rischi fisici e psico-sociali

SESSIONE PLENARIA - I rischi nei laboratori di ricerca

D.M. Cavallo, A. Cattaneo, A. Spinazzè
I rischi nei laboratori di ricerca: i rischi di tipo chimico

I. Iavicoli, V. Leso, L. Fontana
Esposizione a nanoparticelle nei laboratori di ricerca

M. Corradi, L. Selis, G. Pela', P. Mozzoni, R. Andreoli, M. Goldoni
Allergia da animali da laboratorio

S. Porru, M. Chiappin, N. Sfriso
Rischio biologico nei laboratori di ricerca

ISSN 1592-7830

PI-ME Press - Pavia