



Istituti
Clinici
Scientifici
Maugeri
IRCCS



FONDAZIONE
SALVATORE
MAUGERI

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

VOLUME XL - N. 2

APRILE-GIUGNO 2018

Medicina del Lavoro

M.G. VERSO, S. ZERBO, A. DI PIAZZA, E. MARESI, A. ARGO

Biphasic pleural mesothelioma in a electrician working in a railway company: case report and current trends in mesotheliomas in Italy

G. LORENZI, M.G. MARIANI, C. PANARI

Sicurezza nella navigazione: il ruolo del fattore umano

G. FERRARI, F. CHIRICO, C. VILLI, G. TAINO, I. GIORGI, E. ODDONE, M. IMBRIANI

La versione italiana del “*Claustrophobia Questionnaire*”: studio di validazione e prospettive di utilizzo per il medico del lavoro

A. AIELLO, C. NARDELLA

Il benessere psicosociale nei contesti scolastici: analisi di un caso di studio attraverso lo strumento Va.RP

Medicina Specialistica Riabilitativa delle cure correlate

L. FELTRONI, S. MONTELEONE, L. PETRUCCI, E. CARLISI, B. MAZZACANE,
M. SCHIEPPATI, E. DALLA TOFFOLA

Potential of muscle strength by focal vibratory stimulation on quadriceps femoris

S. SCEVOLA, M.M. TRESOLDI, A. FAGA

Rigenerazione e Riabilitazione - Esperienza di chirurgia plastica in un centro di riabilitazione

E.M. CAPODAGLIO

Attività fisica, strumento di prevenzione e gestione delle malattie croniche

EDITOR
MARCELLO IMBRIANI

TIPOGRAFIA **plm** EDITRICE Srl
PAVIA - 2018



isciversi adesso conviene!

81° CONGRESSO NAZIONALE DI MEDICINA DEL LAVORO

**Società Italiana
di Medicina del Lavoro (SIML)**

LA MEDICINA DEL LAVORO:
DALLA PREVENZIONE ALLA PROMOZIONE DELLA SALUTE

BARI 26-28 SETTEMBRE 2018
The Nicolaus Hotel

Corsi precongressuali

- Diagnosi delle patologie muscolo-scheletriche di origine lavorativa
- Controllo dell'uso di alcol e droghe
- Tecniche di sutura
- Supporto vitale avanzato
- Prevenzione da fumo di sigarette nei luoghi di lavoro

Temi congressuali principali per le Sessioni Plenarie

- Industria siderurgica: rischio occupazionale ed impatto sull'ambiente
- Decreto Legislativo 81/08 e smi: riflessioni e necessità di semplificazione a dieci anni dalla sua emanazione
- Il lavoro come promozione della salute
- Tecnologie avanzate per la valutazione dei rischi e la protezione dei lavoratori

Altri temi congressuali per le Sessioni Parallele

- Rischi, patologia e prevenzione nelle attività marinare
- Dermatopatie occupazionali
- Rischio biologico nei diversi ambiti occupazionali
- Benessere organizzativo
- Responsabilità professionale del medico del lavoro
- Cancerogeni: formaldeide e radon
- Il medico competente e l'idoneità al lavoro notturno
- Comunicazioni libere



info: www.simlii.it

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

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

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

Rivista indicizzata da: Index Medicus, Excerpta Medica, Scopus

Direttore

MARCELLO IMBRIANI

Università degli Studi di Pavia
Istituti Clinici Scientifici Maugeri Spa SB

MEDICINA DEL LAVORO

COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe ABBRITTI, Pietro APOSTOLI, Massimo BOVENZI, Stefano M. CANDURA, Pierluigi COCCO, Giovanni COSTA, Sergio IAVICOLI, Piero MAESTRELLI, Cristina MONTOMOLI, Antonio MUTTI, Giacomo MUZI, Gabriele PELISSERO, Enrico PIRA, Nicola SANNOLO, Pietro SARTORELLI, Leonardo SOLEO, Mario TAVANI, Francesco S. VIOLANTE

COMITATO DI REDAZIONE

Giulio ARCANGELI, Alberto BATTAGLIA, Nicoletta CORNAGGIA, Massimo CORRADI, Paolo CROSIGNANI, Marco DELL'OMO, Francesco FRIGERIO, Francesco GARDINALI, Fabrizio M. GOBBA, Ivo IAVICOLI, Giuseppe LA TORRE, Andrea MAGRINI, 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, 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, Stefano GARIANO, Anna LODIGIANI, Marina MANERA, Monica PANIGAZZI, Giandomenico PINNA, Elena PRESTIFILIPPO

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

Redazione: Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia - Istituti Clinici Scientifici Maugeri Spa SB
IRCCS Maugeri Pavia - Sezione di Medicina del Lavoro "Salvatore Maugeri" - Via Severino Boezio, 24 - 27100 PAVIA

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



ABBONAMENTI 2018

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 (2018)	€ 60
Esteri (2018)	US \$ 120
1 fascicolo separato	€ 20 (US \$ 40)

Vogliate registrare il mio abbonamento per l'anno 2018

Tipografia PI-ME Editrice Srl

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

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

Cognome _____ Nome _____

Titolo professionale e qualifica _____

Indirizzo _____

Codice Postale _____ Città _____

Inviare il seguente modulo di richiesta all'indirizzo:

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

INDICE

Medicina del Lavoro

- | | | |
|--|----|---|
| M.G. Verso, S. Zerbo, A. Di Piazza,
E. Maresi, A. Argo | 61 | Biphasic pleural mesothelioma in a electrician
working in a railway company: case report
and current trends in mesotheliomas in Italy |
| G. Lorenzi, M.G. Mariani, C. Panari | 67 | Sicurezza nella navigazione: il ruolo del fattore
umano |
| G. Ferrari, F. Chirico, C. Villi, G. Taino,
I. Giorgi, E. Oddone, M. Imbriani | 76 | La versione italiana del " <i>Claustrophobia
Questionnaire</i> ": studio di validazione
e prospettive di utilizzo per il medico del lavoro |
| A. Aiello, C. Nardella | 83 | Il benessere psicosociale nei contesti scolastici:
analisi di un caso di studio attraverso lo strumento
Va.RP |

Medicina Specialistica Riabilitativa delle cure correlate

- | | | |
|---|-----|--|
| L. Feltroni, S. Monteleone, L. Petrucci, E. Carlisi,
B. Mazzacane, M. Schieppati, E. Dalla Toffola | 90 | Potential of muscle strength by focal vibratory
stimulation on quadriceps femoris |
| S. Scevola, M.M. Tresoldi, A. Faga | 97 | Rigenerazione e Riabilitazione
Esperienza di chirurgia plastica in un centro
di riabilitazione |
| E.M. Capodaglio | 106 | Attività fisica, strumento di prevenzione
e gestione delle malattie croniche |

Maria Gabriella Verso¹, Stefania Zerbo², Ambra Di Piazza³, Emiliano Maresi⁴, Antonina Argo²

Biphasic pleural mesothelioma in a electrician working in a railway company: case report and current trends in mesotheliomas in Italy

¹ Department of Sciences for Health Promotion and Mother-Child Care "G. D'Alessandro", Occupational Health Section, University of Palermo, Palermo, Italy

² Department of Sciences for Health Promotion and Mother-Child Care "G. D'Alessandro", Medico-Legal Unit, University of Palermo, Palermo, Italy

³ Department of Radiology, University of Palermo, Palermo, Italy

⁴ Department of Sciences for Health Promotion and Mother-Child Care "G. D'Alessandro", Morbid Pathology Unit, University of Palermo, Palermo, Italy

ABSTRACT. Background: Mesothelioma is an aggressive tumour that can involve the pleura, the peritoneum, and sometimes other mesothelia, such as the pericardium and the tunica vaginalis testis. Scientific communities have known for a long time the causal correlation between exposure to asbestos (work related or not) and the onset of the disease (in 75% - 90% of cases) and the increasing number of asbestos-correlated mesotheliomas expected in the next years. Case presentation: The authors present the case of an electrician, 66-year-old man, died for pleural mesothelioma, working in Palermo in the company of the Italian Railways for a period of about 20 years, exposed to asbestos. Frequently he disassembled and reassembled the ceiling lights in the train carriages and worked in the same workplace where it was made the asbestos removal from train carriages. The autopsy showed a biphasic pleural mesothelioma, with mainly polymorphic desmoplastic-sarcomatous aspects, infiltrating the lung parenchyma, with areas of septal fibrosis and multiple outbreaks of pneumonia and edema. Conclusions: It is fundamental to know workers' risks to formulate a correct etiopathogenetic diagnosis, as in this presented case, not apparently in connection with asbestos (electrician worker). Because of the long latency in the genesis of mesothelioma after asbestos exposure (both because of the work and environmental pollution), it is considered appropriate to increase in Italy the activities of the regional centres of the Health System dedicated to health promotion and health surveillance of the former exposed to asbestos, created and active, unfortunately, only in some regions of our Country.

Key words: biphasic mesothelioma, asbestos, work-related disease, autopsy.

RIASSUNTO. MESOTELIOMA PLEURICO BIFASICO IN UN ELETTRICISTA IN SERVIZIO PRESSO UNA AZIENDA FERROVIARIA: DESCRIZIONE DI UN CASO CLINICO E ATTUALE ANDAMENTO DEI MESOTELIOMI IN ITALIA. Il mesotelioma è un tumore aggressivo che può coinvolgere la pleura, il peritoneo e talvolta altri mesoteli, come il pericardio e la tunica vaginale del testicolo. Le comunità scientifiche conoscono da molto tempo la correlazione causale tra l'esposizione all'amianto (correlata al lavoro o meno) e l'insorgenza della malattia (nel 75% - 90% dei casi) e il crescente numero di mesoteliomi correlati all'amianto attesi nella prossima anni. *Presentazione del caso:* Gli autori presentano il caso di un elettricista di 66 anni, deceduto per mesotelioma pleurico, che aveva svolto la sua mansione a Palermo nella compagnia delle Ferrovie italiane per un periodo di circa 20 anni, esposto all'amianto, adibito al montaggio e smontaggio delle plafoniere dei vagoni ferroviari, nello stesso ambiente ove avveniva la rimozione dell'amianto dai vagoni stessi. L'autopsia ha mostrato un mesotelioma pleurico bifasico, con aspetti prevalentemente desmoplastico-

Introduction

Malignant pleural mesothelioma is an aggressive tumour and the number of cases increases constantly. The interest in this disease comes from many employment implications, in addition to the forensic and pathological aspects.

Scientific community highlighted since long time a causal correlation between exposure to asbestos (work related or not) and the onset of the disease (in 75% -90% of cases) (1-2).

In 1999 Peto J and other scientists predicted that for the period 1995-2029 the number of deaths due to mesothelioma in Western Europe each year would be almost double over the next 20 years, from 5,000 in 1998 to about 9,000 around 2018, and then would decline, with a total of about a quarter of a million deaths over the next 35 years (3). In Italy it was estimated a peak between 2015 and 2019 with 940 new cases per year (4).

For a long time it was estimated that there would be a peak with about 800 mesothelioma annual deaths in the period 2012-2024, increasing among males in Western Europe. Moreover, Italy, together with Greece and former Soviet Union countries, was also an asbestos producer in Europe, unlike other European countries that almost exclusively used imported material (5).

Although in Italy since 1992 is in force by law the prohibition of extraction, import, export, marketing and production of asbestos products, or products containing asbestos, there are currently still working categories exposed to this carcinogen in our Country (6). They are asbestos removal workers from architectural contexts (for example: roofs of industrial buildings, chimneys, containers for water) or from means of transportation, such as train carriages. Furthermore, for their long latency, we expect the emergence of new cases of mesotheliomas in those who were exposed to asbestos even some decades ago because of work done (7).

In Italy, before 1992, containment measures in some workplaces had already been introduced in the mid-1970s and limitations to the use of crocidolite were imposed in 1986, because in a lot of different Italian industrial and manufacturing sectors the situation was particularly alarming, as shown by incidence of and mortality from

sarcomatosi polimorfici, infiltranti il parenchima polmonare, con aree di fibrosi del setto e focolai multipli di polmonite ed edema. **Conclusioni:** È fondamentale conoscere i rischi dei lavoratori per formulare una corretta diagnosi eziopatogenetica, come in questo caso presentato, non apparentemente in relazione all'amianto, in base alla mansione svolta (operaio elettricista). A causa della lunga latenza nella genesi del mesotelioma dopo esposizione all'amianto (professionale e non), si ritiene opportuno aumentare in Italia le attività dei centri regionali del Sistema Sanitario dedicati alla promozione della salute e alla sorveglianza sanitaria di il primo esposto all'amianto, creati e attivi, purtroppo, solo in alcune regioni del nostro Paese.

Parole chiave: mesotelioma bifasico, asbesto, malattia lavoro-correlata, autopsia.

mesothelioma, which in some parts of Italy were among the highest in the world (5, 8)

The forecasts were founded if, in more recent times, the incidence standardized rate of pleural malignant MM by Italian National Mesothelioma Register (ReNaM) was 3.64 and 1.32 per 100,000 person/years in 2011 in men and women respectively with 1,428 (1,035 in men and 393 in women) recorded incident cases [V ReNaM Report]. Mortality rates for MM in 2011 were 2.74 and 0.83 in men and women with 1107 deaths, 786 and 321 respectively (9-10).

Recent cohort studies confirm the old predictions, also trying to bring out even the motivations of deaths due to an unspecified disease and clarify the determinism of other pathologies asbestos related and the specificity of illness in the female gender (11).

Moreover, recent studies carried out on various cohorts of Italian workers confirm that exposure to asbestos also leads to a long latency increase in the risk of cancer of the lung and ovary, as well as of the pleura and the peritoneum (12).

The anatomical-pathological diagnosis of mesothelioma can be difficult because of a particular characteristic which distinguishes it from many other neoplasms, namely its histological polymorphism.

In pleural and peritoneal cavities, in addition to mesothelioma, most often we can observe metastasis of primary tumours, which may be clinically silent, located in distant organs; so the differential diagnosis is very challenging.

According to recent international rules shared by pathologists, a reliable diagnosis of mesothelioma can be formulated only after histological examination performed on abundant material, at least 10 grams of anatomical tissue (according to Cotes and Steel), with an extremely accurate examination of the main organs and systems (by autopsy or clinical-instrumental exams), in order to exclude every other possible primary tumour (13).

More recent diagnostic criteria in the specific diagnosis are expressed by several Guidelines for pathologic diagnosis of malignant mesothelioma and recommendations (14-16).

Epithelial mesothelioma is the most common histological type (50-75%), followed by biphasic type (25-30%) and the sarcomatoid type (15-20%) (17).

Considering its unusual occurrence, we describe a case of biphasic mesothelioma, with mainly polymorphic

desmoplastic-sarcomatous aspects, found at autopsy of a worker exposed to asbestos for many years.

Case Report

An autopsy was performed on a 66-year-old man in the Institute of Forensic Medicine of Palermo; he worked as an electrician in Palermo in the company of the Italian Railways for a period of about 20 years. In order to carry out its duties, frequently he disassembled and reassembled the ceiling lights in the train carriages. His work took place in the same workplace where it was made the asbestos removal from train carriages, with a consequent dispersion of asbestos fibers in the air. No direct information is available on the asbestos fiber type involved in this exposure.

Vacuum cleaners and ventilators were missing, as well as he proclaimed in medico-legal contest when, after clinical diagnosis of mesothelioma, he complained of having an occupational disease. He claimed that, like his fellow workers, usually did not use personal protective equipment, not washed frequently work overall and also said that the employer had not provided workers with training and specific information on the risk they were taking for their health, working with asbestos. He also reported that in the last year of his work, after medical examination, he had been exempted from his work task and moved into an office.

In physiological history claimed to have smoked about 20 cigarettes a day since he was 15 until he was 54 years of age, when he had a heart attack (12 years before diagnosis and subsequent death from mesothelioma). He contracted pleural tumour 36 years after first professional exposure to asbestos and six months after this diagnosis the subject died. The CT imaging of the chest, performed during hospitalization, two months before death, is shown in Figure 1 and 2. At autopsy, the left lung appeared completely wrapped by a newly-formed hard-fibrous mass "in armor", originating from the visceral pleura, having a greyish-white colour, tight to the ipsilateral costal wall and fibrous pericardium, and obliterating pleural cavity (Figure 3).

Following the removal in full of heart and lungs, we proceeded with the macroscopic evaluation of the two lungs. This operation was particularly difficult because of adhesions between the lungs and costal walls, of diffuse type on the left and with synechiae on the right and for the tenacious adhesions between the lungs and the diaphragm (Figure 4).

The right lung was regular in shape and volume, pale in the front side, with areas of anthracosis, while the left lung appeared woody and with hard-consistency, when cut, with a subversion of structure, caused by tumour infiltrating parenchymal tissue (Figure 5).

The histological exam confirmed the diagnosis of malignant biphasic mesothelioma, with mainly polymorphic desmoplastic-sarcomatous aspects, infiltrating the lung parenchyma, with areas of septal fibrosis and multiple out-breaks of pneumonia and edema (Figure 6).

In the context of the neoplastic tissue were advised, even, neoplastic vascular infiltrations and fibres of asbestos (Figure 7).



Figura 1. High-resolution axial un-enhanced CT image (lung windowing) highlighting multiple nodular pleural thickening (yellow arrow) and centrilobular (magnified)

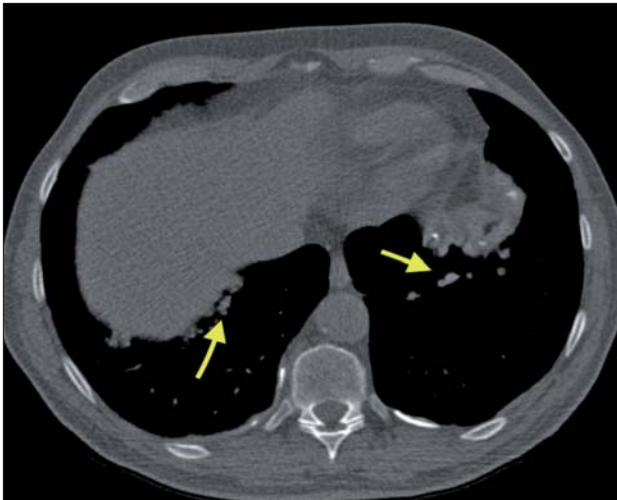


Figura 2. Unenhanced High Resolution CT showing multiple nodular thickening of the diaphragmatic pleura (yellow arrow)



Figura 3. Left lung completely wrapped by a newly-formed hard-fibrous mass "in armor", originating from the visceral pleura, having a grayish-white colour, tight to the ipsilateral costal wall and fibrous pericardium, and obliterating pleural cavity

Discussion

The relationship between asbestos and mesothelioma first identified by Wagner et al. in South Africa, has now been documented all over the world (18). The average prevalence of mesothelioma in people with prolonged heavy exposure to asbestos is 2% to 3%, but has reached up to 10% in some series (19). The latency period is usually 20 years or longer (20).

Although few authors confirmed the synergistic role of smoking cigarettes with the asbestos in causing pleural mesothelioma, the International Agency for Research on Cancer (IARC) affirms that "...Malignant tumours arising in the pleural or peritoneal linings (diffuse malignant mesothelioma) have no association with tobacco smoking" (21-22).

Malignant mesothelioma is usually seen in older adults, although well-documented cases in younger individuals are on record (23). In some instances a familial clustering has been demonstrated (24).

In most instances the initial involvement is in the lower half of a hemithorax, but spread to the rest of the pleural cavity is the rule.

Grossly, the classical presentation is that of multiple grey or white ill-defined nodules in a diffusely thickened pleura. It is much rarer for it to present as a localized pleural mass (25). Pleural effusion is almost always present. Microscopically the main variants of malignant mesothelioma are the epithelioid mesothelioma, the spindle cell or sarcomatoid mesothelioma and the biphasic mesothelioma where the two components, epithelial and spindle cells co-exist, although it is rare to find a mesothelioma with an equal quantity ratio of the two types in a uniform distribution. More often a component prevails in an area and the other in another part of the same tumour.

They also include rarer histologies like the desmoplastic mesothelioma, the lymphohistiocytoid mesothelioma, the deciduoid mesothelioma, the squamous differentiated mesothelioma (pleural squamous cell carcinoma) and the small cell variant one.

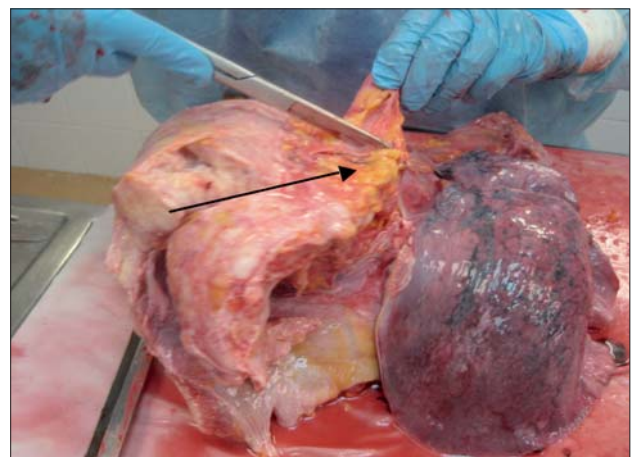


Figura 4. "En block" dissection of heart and lungs; macroscopic evaluation of the two lungs. Diffuse type on the left and with synechiae on the right and for the tenacious adhesions between the lungs and the diaphragm (arrow).

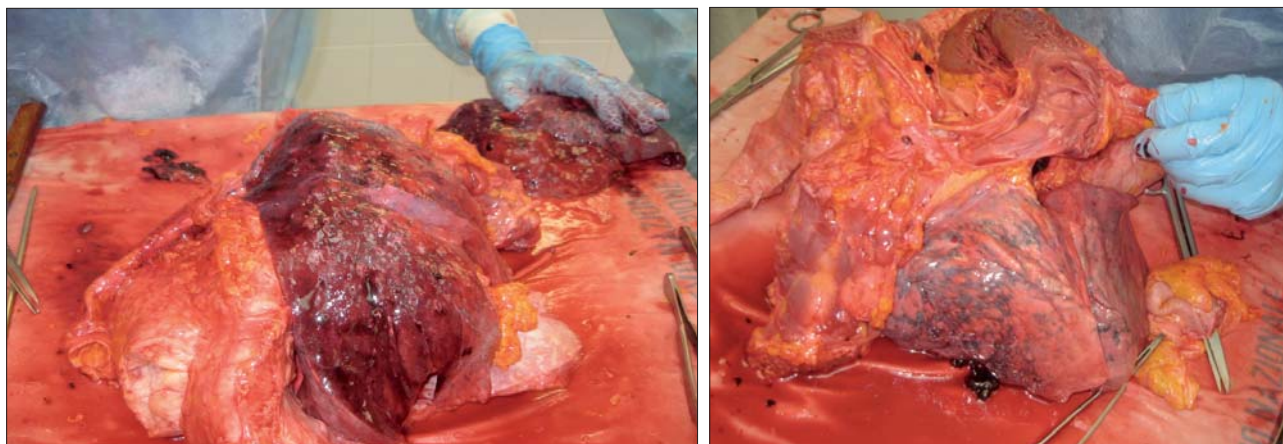


Figure 5. *Right lung (regular shape and volume) pale in the front side, with areas of anthracosis; left lung with hard-consistency, with a subversion of structure, caused by tumour infiltrating parenchymal tissue*

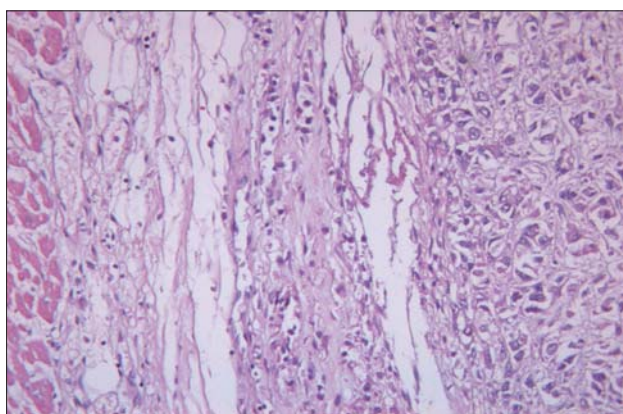


Figure 6. *Histological stain of tissue lung: mainly polymorphic desmoplastic-sarcomatous aspects, infiltrating the lung parenchyma, with areas of septal fibrosis and multiple outbreaks of pneumonia and edema (H & H, 20 X magnification)*

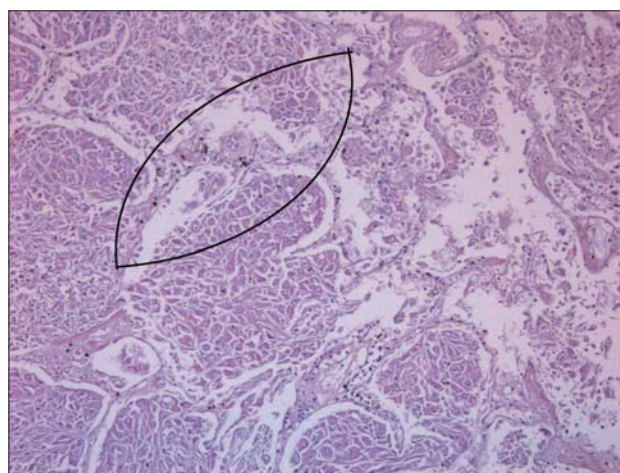


Figure 7. *Neoplastic vascular infiltrations and fibres of asbestos in the context of the neoplastic tissue (H & H, 20 X magnification)*

The case came to our observation showed biphasic characteristics with the prevalence of polymorphic sarcomatous and desmoplastic aspects. It seems worthy of considering, also in medico legal perspective, the role of occupational exposure as a clear explanation of the causes of death (26). Noteworthy, in the Italian registry of Mesothelioma, for 142 cases (15% of males and 23% of women) the first diagnosis was made at autopsy. Autopsy findings improved the diagnostic level of malignant mesothelioma (MM) in elderly subjects, for whom reliable data on past asbestos exposure is often lacking (27-28).

Also, in the view of educational objects, it seems appropriate to briefly refer to the histological features observed in the present case. As regards the epithelial component, also called epithelioid, it usually has a predominantly tubular or papillary or tubular-papillary architectural pattern, but can also occur in solid form (non-glandular) (29). The main differential diagnosis is with the more cellular types of solitary fibrous tumours of pleura, some of which may be malignant themselves. It also needs to be distinguished from areas of dense inflammatory fibrosis.

In Italy since 2002 exists the National Mesotheliomas Register (Renam), an epidemiological surveillance system of mesothelioma cases, defined by the Law 308/2002 (30).

The actual situation in Italy, specifically thousands of asbestos-related new diseases every year and hundreds of deaths, is a consequence of its use made from 1945 to 1992. In that period in Italy were used 3,748,550 tons of raw asbestos produced in Italian territory and 1,900,885 tons of raw asbestos imported from foreign Countries.

The 5th Renam Report just released by Inail (National Institute for Insurance Against Accidents at Work) reports data concerning mesothelioma cases detected by Cor (regional operational Centres), and diagnosed from 1993 to 2012. In the twenty year period considered, were detected by the network of centres 21,463 mesothelioma cases: 93% originated from the pleura, 6.5% from the peritoneum and then 65 cases from the pericardium and 51 cases originated from the tunica vaginalis of the testis (31).

The mean age at diagnosis was 69.2 years, without appreciable differences by gender (68.8 in men and 70.2 years in women). The gender ratio (male cases for each case of feminine gender: M/F) is equal to 2.5. 71.6% of

the 21,463 patients were male. The percentage of women is 27.5% for pleural mesotheliomas and 31.4% and 41.3% respectively for cases of pericardial and peritoneal mesotheliomas.

The exposures were known in 16,511 cases (76.9%) and, among these, 69.5% had occupational exposure (certain, probable, possible), 4.8% at home, 4.2% environmental, 1.6% for a leisure activity outside work or hobbies. In 20% of cases the exposure was unknown. The proportion of cases of mesothelioma with certain and known exposure is 80.1% on the entire dataset. Considering the entire observation period (1993-2012) and the only persons affected by disease for professional reasons, the sectors most affected were the construction industry (15.2% of total cases), heavy industry, particularly the metal industry (8.3%), metallurgy (3.9%) and manufacture of metal products (5.7%); the shipyards (6.7%), the asbestos-cement industry (3.1%). Other activities are extremely diverse and fractioned, with the presence of numerous production areas where the exposure took place in the presence of the material in the workplace and not for direct use (31).

The causal link between occupational exposure to asbestos in the railway carriages production sector and the onset of pleural mesothelioma has been known for decades, as described by various reports, including Italian ones, reported in the scientific literature (32-35).

Because of the long latency in the genesis of mesothelioma after asbestos exposure (at work and not), it is considered appropriate to increase in Italy the activities of the regional centres of the Health System dedicated to health promotion and health surveillance of the former exposed to asbestos, created and active unfortunately only in some regions of our country (36).

This could be useful in bringing out all cases of diseases in work sectors different than those traditionally considered as being at risk, such as school teachers. In this regard, we recall how school buildings in Italy are often very old and not compliant with laws that protect workers' health and safety, also due to lack of economic funds. Clinical cases in this regard have already been described (37-38).

It would also be important to investigate in which other "non-traditional" working sectors asbestos was used, in order to monitor in these centers of reference these other workers, who are no longer active. In fact, it happens to find mesotheliomas in atypical workers for this risk, such as, for example, furniture makers or cellars (39-40).

Conclusions

In light of the long latency of the onset of mesotheliomas in workers and citizens exposed to asbestos, both occupational medicine and public health will have to deal with these pathologies for a long time. In some regions of Italy many projects have been planned for the disposal of asbestos-containing waste dispersed throughout the territory, unfortunately not all already operational, with consequent environmental contamination still at the present time.

The case reported here, like others described in the literature, must always alert the occupational physicians, since not only the task (electrician, furniture maker, teacher, cellarman), but also and above all the places where the work is carried out, must presuppose a specific exposure, with the subsequent determinism of related diseases.

In this regard, the figure of the occupational physician could be decisive in the work of detection of all the tasks so far not included among those traditionally at risk of exposure to asbestos, collaborating effectively with the regional reference centers for monitoring of mesotheliomas and all other asbestos-related diseases.

It would also be interesting to find out if in the female sex occupational exposure plays a fundamental role and identify in which circumstances 20% of the cases reported by the RENAM with unknown exposure have come into contact with asbestos. Therefore the work of researchers on these issues in the next years will have to be constant in shedding light on what is still misunderstood.

References

- 1) Rubino GF, Scansetti G, Donna A, et al. Epidemiology of pleural mesothelioma in north western Italy (Piedmont) *Br J Ind Med* 1972; 29: 436-42.
- 2) Pisani RJ, Colby TV, Williams DE. Malignant mesothelioma of the pleura. *Mayo Clin Proc* 1998; 63: 1234-1244.
- 3) Peto J, Decarli A, La Vecchia C, et al. The European mesothelioma epidemic. *British Journal of Cancer* 1999 Feb; 79(3-4): 666-72.
- 4) Comba P, Merler E, Pasetto R. Asbestos related diseases in Italy: epidemiologic evidences and public health issues. *Int J Occup Environ Health* 2005; 11: 36-44.
- 5) Marinaccio A, Montanaro F, Mastrantonio M, et al. Predictions of mortality from pleural mesothelioma in Italy: a model based on asbestos consumption figures supports results from age-period-cohort models. *Int J Cancer* 2005 May 20; 115(1): 142-7.
- 6) D'Agostin F, de Michieli P, Negro C. Pleural mesothelioma in household members of asbestos-exposed workers in Friuli Venezia Giulia, Italy. *Int J Occup Med Environ Health* 2017; 30(3): 419-431.
- 7) Repubblica Italiana: Legge 27 marzo 1992, n. 257. Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. Available online at: www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1992/04/13/092G0295/sg
- 8) Parkin DM, Whelan SL, Ferlay J, et al. Cancer incidence in five continents. Vol. 7. Lyon: IARC, 1997.
- 9) Magnani C, Bianchi C, Chellini E, et al. III consensus conference italiana: Magnani C, et al. III Italian Consensus Conference on Malignant Mesothelioma of the Pleura. *Epidemiology, Public Health and Occupational Medicine related issues. Med Lav* 2015; 106(5): 325-32.
- 10) INAIL V Rapporto ReNaM: https://www.inail.it/cs/internet/docs/ucm_207055.pdf
- 11) Magnani C, Ancona L, Baldassarre A, et al. Time trend in mesothelioma and lung cancer risk in asbestos workers in Italy. *Epidemiol Prev* 2016; 40(1 Suppl 1): 64-7.
- 12) Ferrante D, Chellini E, Merler E, et al. Italian pool of asbestos workers cohorts: mortality trends of asbestos-related neoplasms after long time since first exposure. *Occup Environ Med* 2017 Dec; 74(12): 887-898.
- 13) Cotes J E, Steel J. Work-related lung disorders. Oxford: Blackwell Sci Publ, 1987.
- 14) Husain AN, Colby T, Ordonez N, et al. Guidelines for Pathologic diagnosis of malignant mesothelioma. 2012 update of the Consensus statement from the International Mesothelioma Interest Group. *Arch Pathol Lab Med* 2012; 136: 1-21.
- 15) van Zandwijk N, Clarke C, Henderson D, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of malignant pleural mesothelioma. *J Thorac Dis* 2013; 5: E254-E307.

- 16) Pinto C, Novello S, Torri V, et al. Second Italian Consensus Conference on Malignant Pleural Mesothelioma: State of the art and recommendations. *Cancer Treat Rev* 2013 Jun; 39(4): 328-39.
- 17) Battifora H, McHaughey WTE. Tumor of the serosal membranes. Atlas of tumor pathology, 3rd series. AFIP, Washington, DC. 1995.
- 18) Wagner JC, Sleggs CA, Marchand P. Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. *Br J Intern Med* 1960; 17: 260-271.
- 19) Mesothelioma Center. Mesothelioma Statistics. Available online at: <https://www.asbestos.com/mesothelioma/statistics.php>
- 20) Mesothelioma Center. Mesothelioma latency period. Available online at: <https://www.asbestos.com/mesothelioma/latency-period/>
- 21) Méndez-Vargas MM, López-Rojas P, Campos-Pujal GA, et al. Pleural mesothelioma in paraoccupational, environmental and occupational patients exposed to asbestos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2010 Jul-Aug; 48(4): 361-6.
- 22) International Agency for Research on Cancer - IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Volume 100c-2012. Available on line at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/index.php>
- 23) Kane MJ, Chahinian P, Holland JF. Malignant mesothelioma in young adults. *Cancer* 1990; 65: 1449-1455.
- 24) Dawson A, Gibbs A, Browne K, et al. Familial mesothelioma. Details of 17 cases with histopathologic findings and mineral analysis. *Cancer* 1992; 70: 1183-1187.
- 25) Crotty TB, Myers JL, Katzenstein AL, et al. Localized malignant mesothelioma. A clinicopathologic and flow cytometric study. *Am J Surg Pathol* 1994; 18: 357-363.
- 26) Samuels A. Mesothelioma and the law. *Medico-Legal Journal* 2015; 83(1): 26-28.
- 27) D'Agostin F, De Micheli P, Chermaz C, et al. Pleural and peritoneal mesotheliomas in the Friuli Venezia Giulia register: data analysis from 1995 to 2015 in Northeastern Italy. *J Thorac Dis* 2017 Apr; 9(4): 1032-1045.
- 28) De Zotti R, Barbati G, Negro C. Autopsy findings and pleural plaques in the Malignant Mesothelioma (MM) Regional Register of Friuli-Venezia-Giulia. *Med Lav* 2013 Jan-Feb; 104(1): 55-66.
- 29) Ratzer ER, Pool JL, Melamed MR. Pleural mesotheliomas. Clinical experiences with thirty-seven patients. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1967; 99: 863-880.
- 30) Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 Dicembre 2002 n. 308: Regolamento per la determinazione del modello e delle modalità di tenuta del registro dei casi di mesotelioma asbesto correlati ai sensi dell'articolo 36, comma 3, del Decreto Legislativo n. 277 del 1991. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, serie generale, del 07.02.2003.
- 31) INAIL: V Rapporto Registro Nazionale Mesoteliomi. Available online at: https://www.inail.it/cs/internet/docs/ucm_207055.pdf
- 32) Maltoni C, Pinto C, Dominici R. Mesotheliomas among mechanics of the railways in Italy: a current problem. *Med Lav* 1989 Mar-Apr; 80(2): 103-10.
- 33) Maltoni C, Pinto C, Di Bisceglie M. Mesotelioma pleurico in operaio esposto ad asbesto in due attività lavorative: presso un cantiere navale di Venezia e presso l'Officina Grandi Riparazioni delle Ferrovie dello Stato di Mestre. *Eur J Oncol* 2000; 5(1): 53-60.
- 34) Tessari R, Canova C, Simonato L. Epidemiological investigation on the health status of employees in two factories manufacturing and repairing railway rolling stock: a historical perspective study of mortality. *Med Lav* 2004 Sep-Oct; 95(5): 381-91.
- 35) Marinaccio A, Binazzi A, Marzio DD, et al. Pleural malignant mesothelioma epidemic: incidence, modalities of asbestos exposure and occupations involved from the Italian National Register. *Int J Cancer* 2012 May 1; 130(9): 2146-54.
- 36) Forastiere F. Dipartimento di Epidemiologia, Regione Lazio Assistenza delle persone esposte ad amianto: sportelli informativi e sorveglianza epidemiologica CCM - 2012: Primi risultati Progetti Nazionali sull'Amianto "Presentazione dei risultati relativi alle linee progettuali 2012 finanziate dal Ministero della salute per la promozione delle azioni di interesse sanitario", 12 novembre 2015. Available online at: http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_notizie_2456_listaFile_itemName_10_file.pdf
- 37) Barbieri PG, Somigliana A, Girelli R, et al. Pleural mesothelioma in a school teacher: asbestos exposure due to DAS paste. *Med Lav* 2016; 107(2): 141-7
- 38) Baldassarre A, Massaro T, Dragonieri S, et al. A case report: an university professor suffering from malignant mesothelioma. *G Ital Med Lav Ergon* 2012 Jul-Sep; 34(3 Suppl): 542-4.
- 39) Oddone E, Imbriani M. Pleural mesothelioma: Case-report of uncommon occupational asbestos exposure in a small furniture industry. *Int J Occup Med Environ Health* 2016; 29(3): 523-6.
- 40) Nemo A, Silvestri S. Mesothelioma in a wine cellar man: detailed description of working procedures and past asbestos exposure estimation. *Ann Occup Hyg* 2014; 58(9): 1168-74.

Correspondence: Prof. Maria Gabriella Verso, Department of Sciences for Health Promotion and Mother-Child Care "G. D'Alessandro", Occupational Health Section, University of Palermo, Italy, via del Vespro 143, 90127 Palermo, Italy, Phone number 0039 091 6552907, Fax 0039 091 6552942, E-mail: mariagabriella.verso@unipa.it

Giorgio Lorenzi¹, Marco Giovanni Mariani², Chiara Panari³

Sicurezza nella navigazione: il ruolo del fattore umano

¹ Dipartimento di Lettere, Arti, Storia e Società, Università di Parma, Parma - AVM S.p.A., Azienda Veneziana della Mobilità, Venezia

² Dipartimento di Psicologia, Università di Bologna, Bologna

³ Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali, Università di Parma, Parma

RIASSUNTO. L'obiettivo del presente lavoro è fare una rassegna sul fattore umano nella sicurezza dei trasporti marittimi (shipping).

Verranno, quindi, analizzati i fattori personali, psicosociali e organizzativi, che intervengono in tale processo e le ricadute sulla safety performance e sul benessere del lavoratore. In questa rassegna, nella quale saranno presentati anche alcuni incidenti navali e loro cause, particolare attenzione verrà prestata all'errore umano, alla fatica ed allo stress, alle non-technical skills, ed alla percezione della Sicurezza. La parte finale racchiude un approfondimento relativo alla safety performance inerente lo shipping.

Parole chiave: shipping, percezione sicurezza, comportamento sicuro.

ABSTRACT. SAFETY IN SHIPPING: THE ROLE OF THE HUMAN FACTOR. The main aim of this paper is to examine the role of human factors in the safety of ship transport (shipping).

Particularly, we analyzed the personal, psychosocial and organizational factor that intervene in this context and the consequences on the safety performance and workers' well-being.

In this review, some shipping accidents and their causes are presented and a particular attention will be paid to human error, fatigue and stress, non-technical skills and perception of safety. In the final part of the paper the safety performance and its antecedents in the context of shipping will be extensively examined.

Key words: shipping, safety perception, safety performance.

Introduzione

La storia del trasporto marittimo è segnata da importanti incidenti navali con conseguenze spesso tragiche e devastanti, sia da un punto di vista umano che ambientale. D'altronde i marittimi sono una delle categorie lavorative maggiormente a rischio di infortuni (1). Nonostante tutto questo e nonostante anche l'importanza economica di tale comparto, sulle riviste che si occupano di sicurezza spesso viene prestata poca attenzione alla navigazione.

Rispetto a tale complesso settore, il presente contributo vuole proporre una visione sulle problematiche inerenti la sicurezza presenti nel settore della navigazione, concentrando l'attenzione sul fattore umano. Il focus sarà sull'ambito mercantile o, per meglio dire, "professionale" lasciando le problematiche della sicurezza inerenti la diportistica, con i suoi aspetti "ludici", ad altri contributi, date le sue specificità.

Diversi autori attribuiscono la responsabilità di molti incidenti in mare principalmente a fattori umani. Eliopolou, Papanikolaou e Voulgarellis (2) si spingono addirittura ad indicare una percentuale dell'80%. Nella loro rassegna, gli autori analizzano ed illustrano gli attuali livelli di rischio e di sicurezza per i tipi di navi mercantili più diffusi, in relazione alla frequenza degli incidenti navali, alle persone imbarcate, ai totali delle perdite di vite umane e navi.

Inoltre lo studio di Eliopolou et al. (2) mostra come, in un arco dieci anni (dal 2000), la frequenza e, in generale gli incidenti navali, siano aumentati nel periodo preso in esame, a seconda del tipo di nave, anche del 30% circa.

Pur aumentando le frequenze di questi eventi, gli studi hanno messo in luce che, da una parte, si sono, invece, ridimensionate le conseguenze, quindi più incidenti ma meno gravi e, dall'altra, vi sono delle differenze significative in base alle tipologie di navi. Il tasso di mortalità è aumentato, ma solo in relazione a specifici eventi catastrofici (ad es. i dati sarebbero alquanto modificati con la recente tragedia della nave passeggeri Concordia e tenendo in considerazione le morti dovute ai fenomeni migratori).

Eliopolou et al. (2) ribadiscono che le cause per la stragrande maggioranza degli incidenti navali dipendono da

Questo articolo è stato realizzato all'interno del primo anno di dottorato in Psicologia presso il Dipartimento di Psicologia dell'Università degli Studi di Parma, con la supervisione del Prof. Marco Giovanni Mariani (Università di Bologna) e della Prof.ssa Chiara Panari (Università di Parma).

fattori umani, indipendentemente dal tipo di nave. Gli sforzi, quindi, per migliorare la sicurezza marittima, devono includere la ricerca sui fattori umani con, ad esempio, equipaggi maggiormente addestrati e coinvolti in programmi di formazione e familiarizzazione con le nuove tecnologie di ausilio nella gestione delle emergenze.

Il fattore umano si rivela, quindi, sempre più preponderante e centrale.

Tale impatto si riscontra anche nel mondo della diportistica. McKnight, Becker, Pettit e McKnight (3) partono da un dato molto rilevante: in un anno tipico, nelle acque statunitensi, più di 600 navigatori da diporto muoiono, oltre 4000 sono i feriti. Si può aggiungere che le unità da diporto sono un numero considerevole: solo in Italia esiste un dato relativo al 2013 del Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture, che ne registra la presenza di ben 103.493 unità di vario tipo.

Le cause degli incidenti in mare e gli eventi che portano al sinistro spesso vengono indicati come una “catena casuale”. Uno degli esempi più noti è il naufragio del *Titanic* (*l'iceberg, la struttura dello scafo inadeguata, l'incapacità del personale di bordo, le condizioni climatiche*).

L'analisi può aiutare a ridurre l'incidenza di morte e di lesioni, attraverso lo studio dei fattori che hanno contribuito a provocare gli incidenti e con la partecipazione (preventiva) a corsi di addestramento e di gestione delle emergenze da parte degli equipaggi. McKnight et al. (3) utilizzano due metodi di analisi.

Il primo riguarda l'identificazione delle cause degli incidenti e si basa su un confronto tra le caratteristiche di conducenti, veicoli e fattori ambientali coinvolti nei sinistri, e quelli di un campione paragonabile tratto dalla popolazione in generale (ad es. le differenze che emergono tra gli incidenti causati in generale e quelli imputabili alla guida in stato di ubriachezza).

Il secondo metodo riguarda l'analisi degli errori da parte dell'operatore a bordo: sono state prese in esame 18 attività dallo stesso controllabili, che potrebbero trasformarsi in errori, come ad esempio la disattenzione dovuta alla mancanza di una corretta visuale che potrebbe favorire il verificarsi degli incidenti. La scoperta più significativa nell'analisi descritta, è che gli errori che portano ai sinistri, possono variare da una categoria di imbarcazione all'altra. Tali differenze, sono dovute sia alle diverse specifiche caratteristiche delle imbarcazioni che alle diverse probabilità di commettere sbagli.

Ci sono diverse probabilità di incorrere nell'errore ma la maggior parte dei corsi sulle misure di sicurezza si applicano nella nautica in generale. Un approccio più efficace potrebbe essere, invece, quello di riuscire ad addestrare l'equipaggio con corsi mirati e specifici per ogni tipologia di imbarcazione (3). Così facendo sarebbe possibile limitare ulteriormente gli errori dominanti di ogni bastimento, mettendo ogni singolo membro dell'equipaggio in condizione di poter affrontare con maggior competenza le difficoltà ed i problemi specifici che si possono verificare.

L'errore umano

Ci si può riferire all'errore umano in diversi modi: può essere conseguenza di una decisione sbagliata, di un'a-

zione svolta in modo sbagliato o di una mancata azione. La maniera più efficace per parlare di errore umano è partire da alcuni esempi, sempre riferiti a quello che vuole essere il nostro contesto di riferimento, ovvero il mondo della navigazione. Ek, e Aksellson (4) citano due esempi.

Il primo esempio fa riferimento alla collisione tra le due navi M/V Santa Cruz II e USCGC Cuyahoga avvenuta nella notte del 27 ottobre 1978, presso la Baia di Chesapeake, in seguito alla quale persero la vita 11 persone. Il rapporto di bordo segnalò che il capitano di ciascuna nave avvistò l'altra e che la presenza delle navi fu segnalata anche dalla strumentazione di bordo tramite radar. Ciò nonostante la Cuyahoga andò a collidere con la Santa Cruz. Gli errori furono principalmente due: uno compiuto da parte del capitano della Cuyahoga, che ha interpretato in modo errato i segnali delle luci della Santa Cruz.

Il secondo errore è stato commesso dall'equipaggio, che pur avendo compreso ciò che stava accadendo, non ha ritenuto di informare il capitano dando per scontato che fosse al corrente della situazione.

Un altro tipo di errore, anche se indiretto, è rappresentato dal numero non adeguato dei membri dell'equipaggio, come prima conseguenza di una cattiva gestione da parte del capitano. In questa circostanza, la catena di errori parte quindi sia dal sovraccarico di lavoro che ha causato indirettamente l'errore del capitano in conseguenza della mancata risposta, sia da parte dei membri dell'equipaggio che non hanno ritenuto di accertarsi che il capitano avesse compreso la gravità della situazione.

Il secondo esempio (4) è relativo alla Torrey Canyon, naufragata nel 1967 in seguito al suo incagliamento presso le Scilly Island, nel canale della Manica che ha causato uno dei maggiori disastri ambientali della storia. In seguito al naufragio, la Torrey Canyon rilasciò in mare 100.000 tonnellate di petrolio, causando la contaminazione della costa inglese. Per cercare di contenere il disastro evitando ulteriori danni sia alle coste inglesi che a quelle francesi, il governo britannico decise di ordinare alla RAF (Royal Air Force) di bombardare la nave ed incendiare il petrolio fuoriuscito.

Anche in questo caso, si è verificata una concatenazione di errori. Il primo è dovuto alla pressione esercitata sul capitano affinché si attenesse a quanto era stato pianificato e arrivasse a destinazione nei tempi prestabiliti. Il capitano fu precedentemente contattato dall'agente di spedizione, che lo avvertì della presenza di bassa marea nei pressi di Milford Haven. Il comandante sapeva che, se non avesse rispettato il calendario, avrebbe dovuto aspettare altri cinque giorni, prima di poter trovare nuovamente la marea favorevole, ma questo avrebbe ritardato la consegna. Pertanto decise di aumentare la velocità in modo da rispettare la tabella di marcia e raggiungere Milford Haven in tempo.

Un'altra decisione sbagliata presa dal comandante causò un ulteriore errore: passare attraverso le Scilly Island e non circumnavigarle, come deciso originariamente, per risparmiare tempo. Il comandante arrivò a questa decisione nonostante non avesse una chiara conoscenza della zona.

Un altro errore è da imputarsi alla progettazione delle apparecchiature di bordo: in modo particolare, il selettore

di guida si trovava nella posizione di “pilota automatico”. Questo ha fatto sì che il timoniere, una volta ricevuto l’ordine di passare attraverso il canale delle Scilly Island, girasse il timone senza accertarsi che la nave rispondesse al comando. Quando si realizzò quale fosse il problema, il selettore di guida fu posizionato sul comando “manuale” ma era troppo tardi per evitare l’arenamento della Torrey Canyon.

Si evidenzia, perciò, come in entrambi i casi, l’errore sia determinato dalla combinazione di fattori umani, tecnologici e organizzativi. L’errore umano non è mai svincolato da ciò che lo circonda, ma è il prodotto di una serie di concause ed è più complesso di quello che viene definito un semplice “errore operativo”.

Heterington, Flin e Mearns (5) hanno esaminato lo stato attuale della sicurezza nel settore della navigazione e dei fattori umani che possono contribuire alla catena causale di incidenti marittimi.

Nella loro rassegna, hanno evidenziato più studi che focalizzano, come centrale, il fattore umano nella causa di incidenti. Hanno identificato una particolare combinazione di caratteristiche che potrebbero potenzialmente contribuire agli errori umani, quali la stanchezza, lo stress, la pressione sul lavoro, la comunicazione e le lunghe assenze da casa. A questi fattori vanno aggiunti anche aspetti tecnici ed ambientali come la particolare organizzazione sociale del personale di bordo, la pressione economica, gli armatori, le assicurazioni ed i regolamenti internazionali.

Fatica e stress

Per quanto concerne i fattori personali, un primo elemento da tenere in considerazione, secondo Heterington et al. (5), è la *fatica*. Sono stati individuati fattori di esposizione che possono predire la fatica, come l’orario di lavoro, i problemi di sonno, la durata dell’imbarco, la lunghezza degli spostamenti, i carichi di lavoro pesanti, il periodo in piedi, lo stress sul posto di lavoro e i fusi orari. Anche il tipo di nave può incidere sulla fatica: il personale impiegato sui traghetti è risultato sopportare livelli di fatica più alti, rispetto al personale di altri tipi di navi.

Lo *stress* è un ulteriore elemento che incide sulla produttività, sull’organizzazione, sulla salute ed il benessere del personale. L’indagine di Heterington et al. (5) ha interessato 1.806 lavoratori del personale marittimo. I marittimi hanno riportato in modo significativo livelli più elevati di stress dovuti a fonti di pressione subite sul lavoro. Appare quindi interessante analizzare lo stress come una delle conseguenze che possono derivare dalle peculiarità dei ruoli marittimi, esaminando il contesto, le richieste e pressioni ai quali sono sottoposti gli equipaggi. Heterington et al. (5) considerano quindi lo stress come un fattore che incide sulla produttività, sull’organizzazione, sulla salute ed il benessere del personale. Lo stress è la risposta a un evento o una situazione. È parte del normale processo di adattamento all’ambiente e si compone di risposte comportamentali di adattamento. Può diventare nocivo, quando le richieste dell’ambiente diventano superiori alle capacità/risorse dell’individuo di adattarsi.

Nelle professioni a bordo delle navi i lavoratori sono generalmente esposti a vari fattori di stress, legati alle diverse mansioni svolte (6). Il livello di stress dipende anche dal ruolo rivestito all’interno dell’equipaggio, nonché dal posto di lavoro. Per esempio, gli ufficiali devono affrontare uno stress elevato a causa delle maggiori responsabilità relativamente alla gestione del personale ed alla nave vera e propria (7).

Lo studio dello stress sul lavoro in Italia è diventato maggiormente importante, anche a seguito dell’introduzione del decreto 81/2008 (testo unico sulla sicurezza) che dispone il monitoraggio non solo fisico ma anche psicologico negli ambienti di lavoro, con particolari misurazioni sullo stress.

Nella rassegna di Carotenuto et al. (6), vengono trattati gli elementi che si relazionano con il rischio di stress, mediante indagine su database on line (PubMed Ovidsp) e su una pubblicazione dell’Australian Maritime Safety Authority.

La fatica sopra descritta è uno degli elementi fondamentali nelle cause di stress. L’Organizzazione Marittima Internazionale (6) definisce la fatica come l’indebolimento progressivo della facoltà di resistenza fisiche e mentali causato da stress fisico. Lo stress, pertanto può ridurre quasi tutte le abilità psico-fisiche, quali la potenza, la velocità, i tempi di reazione, il coordinamento, il processo decisionale e l’equilibrio emozionale. Come già detto, lo stress causa stanchezza e la stanchezza può portare quindi ad un rischio maggiore di incidenti. Il rischio stress legato alla fatica è maggiore quando ci sono orari di lavoro troppo lunghi, lavori notturni e lavori fisicamente pesanti (infatti questo rischio si dimostra più elevato nei ruoli di rango inferiore rispetto agli ufficiali). Lo stress da fatica ha notevoli ripercussioni sia fisiche (*ad es. maggior rischio di infarti*) sia psico-emotive (*ad es. depressione*). È importante, quindi, trattare la fatica nei lavoratori marittimi come un serio problema di sicurezza, anche in considerazione delle riduzioni del numero dei componenti degli equipaggi e dei cambiamenti nei ruoli a seguito delle introduzioni di innovazioni tecnologiche.

Un secondo elemento importante nell’analisi del rischio di stress a cui sono sottoposti i marittimi, è la solitudine. Questi lavoratori, infatti, possono stare lontani da casa anche diversi mesi. L’isolamento sociale, quindi, può portare a depressione o ad un consumo eccessivo di fumo o alcool. Un’intervista condotta su 134 marittimi ha mostrato che il 59,7% considera “la lunga separazione dalla famiglia” come il fattore di stress principale del personale di bordo (6). Non sono emerse differenze significative tra i ruoli considerati nell’indagine, poiché tutti hanno riferito uguali livelli elevati di solitudine e mancanza da casa.

Un terzo elemento importante nell’analisi del rischio da stress da parte di lavoratori marittimi, sono i disturbi del sonno. Per il benessere psicofisico, sono importanti sia un numero di ore di sonno adeguate sia la continuità senza interruzioni. Dato il lavoro dei marittimi, con viaggi che spesso attraversano fusi orari differenti (*ad es. viaggi oceanici*) e con turni di lavoro particolari (ed i turni incidono parecchio sui vari ruoli di bordo), può risultare difficile “riposare bene”. Nelle analisi effettuate, i due fattori combinati, cioè ore di sonno e numero di interruzioni, comportano più alti rischi di stress. Sempre collegato al

sonno, altro fattore di disagio riguarda i rumori e le vibrazioni. I disturbi del sonno variano inoltre in base al tipo di ruolo nell'equipaggio; per esempio alcuni ruoli, come ad esempio gli ufficiali di guardia, data la tipologia della mansione, hanno continue interruzioni (4 ore di sonno e 4 di veglia) e riportano livelli di stress molto alti.

Un quarto elemento importante nell'analisi, riguarda la provenienza dei membri dell'equipaggio. Ad esempio, diverse nazionalità con lingue differenti, possono causare difficoltà di comunicazione e quindi portare all'isolamento o a conflitti.

Un ulteriore elemento che può aumentare i livelli di stress, è costituito anche dalla difficoltà o impossibilità di svolgere attività ricreative, dati gli spazi limitati ed il poco tempo libero a disposizione.

I lavoratori a bordo delle navi potrebbero soffrire anche di altri disturbi legati allo stress. Sono state lamentate anche insonnia e scarsa qualità del sonno che possono portare all'alterazione dei ritmi circadiani ed essere fattori di rischio per l'insorgenza del burnout.

Il burnout è generalmente considerato una reazione del soggetto allo stress, con un lento ed inesorabile logoramento delle risorse emotive. Questo disagio ha maggiori probabilità di manifestarsi in ruoli dove risultano importanti le relazioni interpersonali. Oldenburg (7) ha studiato il rischio di burnout nella gente di mare e la sua relazione con alcuni parametri di lavoro, mediante la somministrazione di 251 questionari al personale marittimo chiamato alla visita medica. In particolare, sono stati utilizzati, per valutare i rischi di burnout legati a sonnolenza diurna, la sottoscala esaurimento emotivo (EE) del Maslach Burnout Inventory e la scala di Epworth Sonnolenza. Il rischio di burnout nei marittimi, è risultato moderato, anche se il lavoro a bordo delle navi è considerato come occupazione particolarmente impegnativa ed è legato alle diverse tipologie di lavoro a bordo. Un'alta percentuale, il 62,2% dei marittimi coinvolti (6), ha dichiarato una bassa realizzazione personale nel lavoro e questo soprattutto fra i lavoratori di rango più basso. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che molti lavori marittimi hanno contenuti ripetitivi. Gli ufficiali, invece, hanno dimostrato una soddisfazione personale più alta rispetto al resto dell'equipaggio.

Fino ad oggi, il burnout non viene considerato come causa di inabilità nel mondo dei trasporti marittimi. Tuttavia, il burnout generalmente può portare all'abuso di alcool e di droga o causare disturbi di salute mentale (6). Oltre a questi effetti negativi sulla salute, il burnout può ridurre la capacità dell'operatore di mantenere adeguati livelli di vigilanza e di prestazione, che sono presupposti importanti per la sicurezza delle navi, con possibili impatti sui corretti comportamenti da tenere sia nel monitoraggio di strumentazioni sia nell'applicazione di eventuali procedure di emergenza. I marittimi con diagnosi di burnout elevato, dovrebbero essere considerati come, almeno temporaneamente, inabili ad imbarchi a lungo termine (6).

In sintesi, i lavori a bordo delle navi sono correlati a fattori di stress mentale, psicosociale e fisico. I fattori più importanti sono la separazione dalla famiglia, la solitudine a bordo, la fatica, le differenze culturali negli equipaggi, le limitate attività di ricreazione e i disturbi del sonno. Per quanto attiene allo stress, la solitudine è la condizione più

frequentemente riferita da tutti i marittimi. Di impatto rilevante sono anche la scarsità di svago e la stanchezza. Alcune caratteristiche specifiche si differenziano in base al ruolo all'interno dell'equipaggio; ad esempio i disturbi del sonno, sono riferiti da ufficiali con una più alta incidenza mentre la pressione dei carichi di lavoro è meno sentita dagli ufficiali rispetto ai ranghi di equipaggio più bassi.

Si potrebbe cercare di migliorare l'organizzazione dei turni e gli orari di lavoro, in modo tale da consentire un periodo di sonno più lungo e continuo. Si dovrebbe anche agire sui fattori che comprendono lo spazio per attività ricreative. Non da ultimo, si potrebbe progettare l'installazione di sistemi a bordo per poter contattare più agevolmente le famiglie e gli amici.

Altri fattori personali che sono stati analizzati sono caratterizzati dalla *salute e dal benessere*: sono state individuate percentuali più alte di fumatori e un consumo maggiore di alcool nel personale marittimo rispetto ad altre professioni. Non ci sono però altri dati a cui fare riferimento in letteratura.

In letteratura, vi sono suggerimenti in merito alla formazione, sia in termini di lavoro in gruppo per ridurre l'isolamento e favorire l'adattamento, che in termini di consulenze con psicologi anche via web per ridurre fattori come la solitudine, migliorando le abilità sociali, la qualità della vita, l'autostima, il problem solving e adeguate espressioni delle emozioni (6).

In generale, i membri degli equipaggi riferiscono minore soddisfazione sul lavoro rispetto ad altre categorie di lavoratori. Lo stress in particolare è collegato strettamente ad un minor benessere sul lavoro ed una minore soddisfazione lavorativa, che possono produrre, come conseguenza, decisioni sbagliate con maggiori possibilità di compromettere la sicurezza e quindi una minore safety performance.

Non-technical skills

Heterington et al. (5) indagano, inoltre, le abilità non-tecniche che vengono utilizzate dal personale di bordo, come ulteriore insieme di competenze e la loro possibile incidenza sulla safety performance.

La *consapevolezza situazionale* è la capacità di un individuo di sviluppare un efficace modello mentale rappresentativo di ciò che sta accadendo in forma dinamica e cioè considerando anche i possibili sviluppi futuri della situazione. Alcune ricerche hanno osservato che il 71% della globalità degli errori umani a bordo delle navi è connesso alla consapevolezza della situazione. Nel processo decisionale è stato evidenziato che i carichi di lavoro "High mental" hanno conseguenze negative in termini di prestazioni relative ad un compito secondario. Il dover monitorare numerose apparecchiature contemporaneamente potrebbe indurre, infatti, in errore e causare gravi conseguenze.

La *comunicazione* è un'altra delle competenze di base più importanti per garantire una prestazione sicura ed efficace in tutti i settori ad alto rischio. Essa influenza anche la consapevolezza dei Team, il lavoro di squadra ed il decision making. Il Canadian Transportation and Safety Board ha analizzato 273 incidenti che hanno coinvolto im-

barcazioni di pilotaggio canadese dal 1987-1992. Il 42% degli incidenti campionati risulta imputabile ad incomprensioni tra pilota e comandante o ufficiale di guardia o addirittura alla mancanza di comunicazione.

Gli autori suggeriscono che uno dei fattori che influiscono sulla difficoltà di comunicazione sia legato al problema della lingua. A tal proposito, si rileva che gli standard di addestramento (certificazione e tenuta della guardia per la gente di mare STCW) richiedono come requisito un livello di fluidità nella lingua inglese. Nel settore marittimo, anche all'interno dello stesso equipaggio, il personale proviene da culture e nazionalità diverse quindi la gestione della *diversità linguistica e culturale* diviene un aspetto cruciale. Uno studio condotto presso il Centro Internazionale di Ricerca Marittimi, riferisce che solo su un 1/3 circa delle navi, è presente un equipaggio con la stessa nazionalità; ciò può potenzialmente creare difficoltà sia di comunicazione sia di relazione.

Infine, *il lavoro di squadra* è considerato rilevante nella maggior parte degli studi sui ruoli di equipaggio. Il National Transportation Stati Uniti Safety Board, ha citato la mancanza di una corretta interazione tra l'equipaggio, come possibile fattore di causa nei diversi incidenti marini.

Inoltre, è necessario fare riferimento anche a fattori organizzativi legati ai processi formativi, di selezione delle risorse umane e clima di sicurezza. Migliorare le competenze non tecniche attraverso la formazione, ad esempio attraverso corsi come il Crew Resource Management (CRM), potrebbe contribuire a ridurre gli incidenti causati dai fattori umani. Anche l'International Maritime Organization (acronimo: IMO) riconosce la competenza non tecnica e la necessità di formazione in tal senso. Al momento, però, tale attenzione è solo alle fasi iniziali. Nonostante vi sia ancora poca attenzione alla formazione di competenze non tecniche nel settore dei trasporti marittimi, molti armatori stanno però introducendo programmi di competenze gestionali rivolte al personale di coperta (Crew Resource Management, Bridge Resource Management, Bridge Team Management) ed al personale di macchina (Engine Room Resource Management). Questi programmi però non sono ancora stati codificati.

Oltre ai fattori personali ed organizzativi hanno influenza sugli incidenti anche i fattori ambientali. Heterington et al. (5), nell'ultima parte della loro rassegna, trattano i fattori ambientali, rilevando come le decisioni politiche, o le decisioni prese a livello organizzativo, possano creare problemi legati al clima o alla cultura. Ci si può riferire ad esempio alle possibili ricadute relativamente al clima di sicurezza.

Nel settore marittimo l'IMO ha dichiarato che "il trasporto più sicuro richiede una cultura sulla sicurezza"(5).

Diverse ricerche, hanno evidenziato che esiste una relazione importante tra clima di sicurezza e prestazioni, indicando che una misura del clima di sicurezza, potrebbe essere utilizzata come indicatore predittivo di prestazioni di sicurezza (5).

Percezione della Sicurezza

Nella presente rassegna, si vuole dare risalto ad un altro aspetto importante, che entra in relazione con la sa-

fety performance, ovvero la percezione della sicurezza a bordo da parte dell'equipaggio.

Come già ampiamente citato, uno dei motivi principali dell'introduzione di nuove tecnologie a bordo dei mezzi navali, è legato agli aspetti relativi alla sicurezza. Il modo in cui gli equipaggi delle navi percepiscono la sicurezza a bordo costituisce un utile indicatore del livello di sicurezza generale. Fenstad Dahl e Kongsvik (8) citano un'interessante frase di Rundmo: "quando un dipendente si sente a rischio, lui o lei è a rischio". Pertanto, queste valutazioni soggettive potrebbero riflettere lo stato delle condizioni di lavoro e costituire quindi validi indicatori di gestione della sicurezza e delle nuove tecnologie di controllo ad essa connessi. In settori ad alto rischio di incidentalità, come quello marittimo, il clima di sicurezza inteso come percezioni condivise inerenti il dominio specifico della sicurezza rispetto alle sue varie componenti, come ad esempio i comportamenti sicuri e la prevenzione, dovrebbe avere la massima priorità (9).

Interessante uno studio di Fenstad et al. (8) che hanno indagato la percezione di sicurezza a bordo tra i membri dell'equipaggio di navi passeggeri nelle acque norvegesi (244 questionari). Il presupposto era che il clima di sicurezza è legato fortemente al modo con cui gli individui e le squadre agiscono e collaborano quotidianamente come gruppo di lavoro. Anche altri fattori esterni come gli armatori e gli Enti di regolamentazione preposti (nazionali e internazionali), possono condizionare la percezione della sicurezza a bordo.

Fenstad et al. (8) hanno confermato l'ipotesi che la sicurezza a bordo è influenzata dal clima legato alla sicurezza, che è strettamente connesso alla collaborazione dell'equipaggio.

La sicurezza a bordo non è influenzata solo dal clima di sicurezza ma anche, indirettamente, da richieste di efficienza da parte degli armatori (ad es. contenimento dei costi, riduzioni dei tempi di percorrenza, ridimensionamento degli equipaggi, competizione con la concorrenza) e da Regolamenti e Normative introdotti da Enti nazionali (Autorità Marittima) e internazionali (IMO).

I dati emersi da questo studio hanno dimostrato che le richieste di efficienza da parte degli armatori hanno causato un peggioramento del clima di sicurezza e quindi potenzialmente della sicurezza a bordo. Importante risulterebbe quindi, per gli armatori, porre particolare attenzione nelle modalità di comunicazione e di coinvolgimento nell'introduzione di nuove tecnologie (ad esempio l'introduzione di dispositivi di radioposizionamento GPS che hanno permesso di ridurre il personale di guardia in plancia). È emerso, invece, un rapporto positivo tra la qualità delle attività di regolamentazione (Autorità Marittime) e il clima di sicurezza, riconducibile alla fiducia nelle istituzioni. Fenstad et al. (8) l'hanno definita come fiducia critica che prevede una maggiore interazione fra le Autorità Marittime e i professionisti del settore, in modo che questi ultimi si sentano maggiormente coinvolti sulle decisioni, possano esprimere critiche costruttive e, di conseguenza, possano avere una maggiore fiducia nelle istituzioni.

Questo coinvolgimento potrebbe motivare i lavoratori marittimi a modificare e adeguare i propri comportamenti,

a seguito dell'introduzione di nuove tecnologie e procedure di sicurezza.

Passando ad un altro livello di indagine più intraindividuale, la percezione della sicurezza può essere influenzata anche da caratteristiche interne alla persona, come gli atteggiamenti, la motivazione e la soddisfazione lavorativa. In uno studio di Bergheim et al. (9), si è analizzata la relazione tra capitale psicologico della persona (acronimo: PsyCap) ed il clima di sicurezza a bordo delle navi norvegesi.

Il capitale psicologico della persona può essere descritto in quattro dimensioni.

La prima dimensione è la convinzione delle proprie capacità nell'eseguire con successo i propri compiti (efficacia). La seconda dimensione è la tendenza ad avere visione ed aspettative positive (ottimismo) circa gli eventi futuri. La terza dimensione è la tendenza alla perseveranza nel raggiungere gli obiettivi (speranza) e, se necessario, "riorientarli" al fine di ottenere il successo. L'ultimo aspetto è legato alla resilienza (la capacità di far fronte in maniera positiva a eventi traumatici, di riorganizzare positivamente la propria vita dinanzi alle difficoltà, di ricostruirsi restando sensibili alle opportunità positive che la vita offre, senza alienare la propria identità).

In definitiva il PsyCap può rappresentare un positivo stato motivazionale che facilita, incoraggia e focalizza i comportamenti e le pratiche sulla sicurezza.

Bergheim et al. (9), tramite questionari somministrati a 486 lavoratori filippini, mostrano delle correlazioni tra capitale psicologico e clima di sicurezza e la relazione tra questi due aspetti cambia in relazione ai ruoli ricoperti. L'associazione tra PsyCap e la percezione della sicurezza dipende dal ruolo rivestito nel lavoro. Ad esempio, alti livelli di PsyCap possono essere più fortemente associati con la percezione di sicurezza tra gli ufficiali rispetto ai non ufficiali. Tuttavia, il ruolo lavorativo non ha alcun impatto sulla percezione di sicurezza quando il PsyCap degli intervistati è basso.

In termini concreti, i lavoratori marittimi con un buon capitale psicologico confidano e credono nelle loro competenze professionali, sono orientati all'obiettivo, fiduciosi e con una forte capacità di adeguarsi ai cambiamenti (anche quelli tecnologici) o ai disagi. Data la natura particolare e molto pericolosa del lavoro dei marittimi, si può presumere che, considerando fattori come l'efficacia, la speranza, l'ottimismo e la resilienza, si potrà contribuire a selezione lavoratori marittimi, fortemente attenti alla prestazione lavorativa, ivi compreso anche l'aspetto centrale della sicurezza e della prevenzione.

Bergheim et al. (9), in un loro ulteriore studio su equipaggi norvegesi (817 questionari) di nazionalità europea e filippina, hanno individuato nella relazione diretta tra capitale psicologico e percezione del clima di sicurezza, la mediazione della soddisfazione lavorativa.

La soddisfazione professionale espressa dall'individuo, contento del proprio lavoro, costituisce un indicatore affidabile del benessere legato al lavoro (9). Un grado elevato di Capitale psicologico porta ad una maggiore soddisfazione sul lavoro, che favorisce la percezione positiva legata al clima di sicurezza. Riassumendo le persone con alti livelli di PsyCap hanno impressioni positive di si-

curezza in quanto sono soddisfatte del contenuto e dell'organizzazione del proprio lavoro. Questo dato è però significativo solo per gli europei e non per il personale filippino. È possibile, pertanto, che ci possano essere differenze significative nelle culture organizzative e nelle procedure di sicurezza a bordo delle navi a causa di specifiche caratteristiche nazionali. Pertanto, solo per il personale europeo, intervenire dal punto di vista formativo, oltre che sul capitale psicologico, anche sulla soddisfazione lavorativa, può portare ad un miglioramento della percezione di sicurezza a bordo.

Un interessante studio sulla relazione tra fattori culturali e comportamento di sicurezza è quello di Balázs (10) che ha condotto un'indagine sui fattori di infortunio per i lavoratori marittimi, che sono risultati molto elevati.

Lo studio ha analizzato 1453 casi di feriti a seguito di infortuni nel periodo dal 2010-2012. Ha elaborato un database completo delle varie caratteristiche delle lesioni, suddivise tra i lavoratori di navi non-passeggeri che operano sotto bandiera danese. I lavoratori danesi, rispetto agli altri due gruppi studiati (europei e non europei), hanno registrato un tasso di incidenti molto più alto pur rivestendo mediamente ruoli gerarchicamente più alti all'interno degli equipaggi, rispetto ad esempio ai filippini. È risaputo che le lesioni sono più frequenti tra i lavoratori impegnati "fisicamente", ovvero tra i non-ufficiali. Nonostante questo, gli altri lavoratori marittimi europei e gli asiatici, pur occupando posizioni più basse, registrano molti meno incidenti. Si presume quindi, che i fattori sociali e culturali abbiano un ruolo importante nella segnalazione di infortuni. Secondo i dati di Balázs (10), il tasso significativamente più alto tra i marittimi danesi è solo parzialmente spiegato da potenziali differenze di segnalazione. La spiegazione probabilmente risiede anche nei differenti comportamenti di sicurezza.

Per concludere la percezione della sicurezza a bordo può essere influenzata sia da fattori esterni, che coinvolgono gli armatori e Autorità di regolamentazione, le relazioni tra l'equipaggio e la cultura, sia da fattori interni come la motivazione, le caratteristiche personali, gli atteggiamenti e la soddisfazione lavorativa. Il coinvolgimento, quindi, di tutti gli attori ai vari livelli del sistema marittimo (equipaggi, armatori, autorità di regolamentazione) può essere efficace per dare luogo ad un miglioramento della percezione della sicurezza con conseguenti miglioramenti sulla sicurezza a bordo.

Risulta quindi determinante, in presenza di continui cambiamenti ed innovazioni tecnologiche, occuparsi di come queste vengano accettate da parte degli utenti. Infatti l'analisi di cosa porti le persone ad accettare o meno l'introduzione delle nuove tecnologie diventa essenziale nell'implementazione delle stesse con un forte impatto sui comportamenti di sicurezza e quindi i loro effetti sulla salvaguardia della vita umana in mare.

Safety Performance

Dopo aver trattato di aspetti quali la percezione di sicurezza e l'accettazione delle nuove tecnologie, nel corso

del presente capitolo verranno trattati i conseguenti impatti sulla safety performance, soffermandosi ad analizzare le caratteristiche personali, organizzative e psicosociali che possono determinare un “comportamento sicuro” e come questo dipenda da varie caratteristiche fisiche e mentali, individuali e relazionali, sociali e culturali oltre che da tutti gli altri fattori esterni (es. Armatori ed Enti Regolatori). Si affronteranno la gestione delle emergenze e la necessità della corretta applicazione delle procedure. Ci si focalizzerà, quindi, sui modelli mentali individuali e condivisi che entrano in relazione con il comportamento di sicurezza e sugli aspetti relativi all’attività di formazione sia individuale che di team.

Per quanto riguarda il focus della rassegna risulta importante innanzitutto introdurre il concetto di safety performance così come attualmente definito in letteratura. Un interessante approccio è rappresentato dal modello della safety Performance sviluppato da Griffin e Neal (12 e 13) che è stato utilizzato anche in Italia (14).

Una prima definizione concerne la prestazione sul compito (task performance), che riguarda ad esempio i comportamenti che includono l’applicazione delle procedure, come indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI). Si usa il termine conformità alle norme di sicurezza o safety compliance, per descrivere il livello di allineamento dei comportamenti dei lavoratori alle norme di sicurezza (13).

La seconda (contextual performance) riguarda i comportamenti volontari e non prescritti tesi ad aumentare la sicurezza nell’ambiente di lavoro, come ad esempio aiutare spontaneamente un collega affinché adotti un modo di lavorare più sicuro. Questi comportamenti non possono contribuire direttamente alla sicurezza sul lavoro, ma aiutano a sviluppare un ambiente che sostiene la sicurezza (13). Ci sono poi delle determinanti della performance che rappresentano la causa di variabilità in termini di prestazioni: le conoscenze, le abilità, e la motivazione (13). Il livello di sicurezza, di conseguenza, è determinato dalla conoscenza e dalle competenze delle persone, necessarie per eseguire comportamenti sicuri e dalle motivazioni a farlo. Infine, gli antecedenti delle prestazioni rappresentano la causa di variabilità in termini di prestazioni. Questi fattori influenzano le prestazioni attraverso i loro effetti sulle conoscenze, abilità e la motivazione.

Per antecedenti sono stati identificati sia l’individuo sia il livello organizzativo (13).

A livello individuale, la ricerca suggerisce che i fattori come la capacità e l’esperienza sono antecedenti importanti nell’esecuzione dei compiti, mentre costrutti di personalità come la coscienziosità sono antecedenti importanti di prestazioni contestuali.

A livello organizzativo, il clima di una organizzazione può essere un antecedente importante delle prestazioni, mediato dalla motivazione (15).

Da tempo infatti è stato riconosciuto che la contextual performance svolge un ruolo importante nel mantenimento dell’efficacia organizzativa (13). Per quanto riguarda un altro aspetto della safety performance, la gestione delle situazioni di emergenza mediante l’applicazione di procedure codificate risulta un importante fattore.

Molto spesso, la modalità di applicazione di una procedura, in termini di sequenza ordinata di operazioni da mettere in atto per garantire la sicurezza di bordo, può fare la differenza in un settore così a rischio come quello marittimo (definito anche organizzazione a rischio sicurezza SCO). Nella gestione delle situazioni di emergenza si applicano procedure codificate, molto spesso regolamentate a livello internazionale dall’Organizzazione Internazionale Marittima. A volte, invece, bisogna far riferimento a procedure, certificazioni e brevetti rilasciati a livello nazionale dalle Autorità Marittime.

Interessante, quindi, per il focus della ricerca, occuparsi dei modelli mentali che possono favorire l’applicazione corretta delle procedure. Questo per permettere poi di indirizzare al meglio l’attività formativa rivolta all’apprendimento, alla familiarizzazione ed all’acquisizione delle competenze per ottenere una applicazione ottimale di queste procedure. Un utile punto di partenza, potrebbe essere lo studio delle rappresentazioni mentali individuali che entrano in relazione con il comportamento di sicurezza.

Pezzullo e De Filippo (16) indagano le rappresentazioni cognitive e le percezioni semantiche di rischio e di emergenza dei conducenti durante le procedure di gestione di questi mezzi. Questi piloti devono conseguire dei brevetti ed attenersi a procedure molto strette. Di conseguenza i conducenti delle cisterne sono gli attori principali nella gestione della sicurezza ed in caso di incidenti. Ne consegue che, data l’individualità della responsabilità, la formazione diventa uno degli asset principali di tutto il sistema di gestione della sicurezza.

In particolare, le procedure codificate da applicare sono di tipo tecnico, su come gestire ogni fase di carico - trasporto - scarico su una nave cisterna, e su come gestire le emergenze e le circostanze critiche che potrebbero verificarsi in queste fasi. Ogni pilota dei mezzi cisterna deve conoscere e applicare queste procedure in modo molto rigoroso, al fine di garantire una manipolazione sicura dei materiali pericolosi ed evitare errori comuni che potrebbero causare un eventuale incidente con conseguenze potenzialmente disastrose. L’analisi riguarda 47 piloti di mezzi cisterna. I dati sono stati raccolti tramite questionari. Il pilota dei mezzi cisterna si percepisce come essenzialmente “da solo” per la gestione dei rischi, della sicurezza e delle manovre di emergenza.

Sono state individuate da Pezzullo et al. (16) tre tipi di piloti rispondenti a tre modelli mentali (rappresentazioni cognitive) sottostanti: lavoratori più esperti, che hanno sviluppato un approccio critico/costruttivo e auto-responsabile delle procedure di sicurezza e si affidano più a fattori interni (l’attenzione, le esperienze, il buon senso). Un secondo gruppo ha un modello mentale che si fonda sul bisogno di “prestare attenzione” durante l’esecuzione delle procedure. Ed un terzo gruppo che ha bisogno di applicare le procedure in modo molto rigoroso, ma anche passivo, senza pensiero critico e quasi meccanicamente. Questo ultimo gruppo è formato da piloti con meno esperienza di lavoro nel campo dei trasporti merci o materiali pericolosi. Dai risultati, il terzo gruppo è quello con il più alto tasso di incidenti (il 38% ha avuto incidenti negli ultimi 3 anni,

mentre quelli del primo gruppo sono risultati quelli con il rapporto di incidente più basso 12,5%).

Dai risultati si possono trarre alcune importanti conclusioni. In primo luogo, l'approccio all'insegnamento delle procedure in modo meccanico (e l'applicazione meccanica di esse) non è sempre adeguato. Un focus più esplicito sulle competenze personali dei piloti con esperienza e sui loro atteggiamenti, potrebbe risultare utile per coinvolgere e far apprendere anche agli altri piloti le modalità migliori per attuare comportamenti più sicuri.

In questo senso, è assolutamente indispensabile una forte formazione tecnica sulle procedure, come è opportuno sensibilizzare i piloti ad una rigorosa applicazione delle procedure di sicurezza in ogni situazione operativa. Tuttavia, risulta altrettanto utile formare anche al problem-solving per ottimizzare l'approccio nella gestione delle emergenze e delle procedure di sicurezza.

Per quanto riguarda i lavori all'interno di una nave, appare importante che i membri dell'equipaggio siano in grado di coordinarsi e cooperare per facilitare i compiti attraverso una comune comprensione degli obiettivi e dei vincoli ai quali sono sottoposti. Questo è ancor più necessario, considerati i continui mutamenti introdotti dalle innovazioni tecnologiche, dalle procedure di sicurezza, dalle riduzioni delle tabelle di armamento e dal turn over di personale a bordo.

Il contesto di lavoro a bordo di una nave (17) rappresenta un ambiente complesso e dinamico; quindi gli equipaggi devono spesso affrontare situazioni ambigue in rapida evoluzione e non sempre è evidente o possibile una soluzione corretta. Inoltre, le moderne tecnologie aumentano la pressione attraverso sovraccarichi di informazioni e con tempi a disposizione per agire, sempre più limitati. Gli ambienti operativi a bordo delle navi, quindi, sono caratterizzati da continui cambiamenti che richiedono flessibilità di squadra, capacità di adattamento e resilienza. I membri del team devono integrare, sintetizzare e condividere informazioni, hanno bisogno di coordinarsi e cooperare per raggiungere i loro obiettivi. È essenziale quindi, che le squadre siano affiatate e si conoscano bene. Questo però molto spesso non avviene, perché sono necessarie delle rotazioni nelle squadre che possono portare a ridurre l'efficacia e la prestazione.

Risultano, quindi di grande interesse una serie di considerazioni legate alle capacità relazionali, di adattamento a situazioni nuove, di adattamento ai team di lavoro nuovi, di flessibilità riguardo a lavori diversi all'interno di organizzazioni a rischio per la sicurezza come le navi.

Lo studio di Espevik et al. (17) si concentra sul concetto di modello mentale condiviso (acronimo: SMM). I modelli mentali condivisi sono definiti come una comprensione organizzata e condivisa da parte del team e la rappresentazione mentale degli elementi chiave del team, che risultano rilevanti per l'ambiente di riferimento.

In generale, gli SMM sono composti da quattro livelli: conoscenza di attrezzature, del compito, dell'interazione e dei membri del team. Team altamente efficaci sono in grado di focalizzarsi di volta in volta, in base alle necessità, su obiettivi o compiti in ogni livello.

Ad un primo livello i membri di una squadra hanno bisogno di condividere una comprensione e conoscenza di

come controllare la tecnologia e le attrezzature con cui interagiscono. Ad un secondo livello è importante per ciascuno comprendere come realizzare il compito. Ad un terzo livello ogni membro del team deve capire il proprio ruolo nel compito generale.

Infine, ad un ultimo livello, i membri del team devono avere familiarità con le conoscenze, le competenze, le capacità, le preferenze dei loro compagni di squadra. Qui i membri del team sono in grado anche di adeguare il proprio comportamento, ad esempio per aiutare altre squadre.

Espevik et al. (17), in particolare, nel loro studio con cadetti del Royal Norwegian Naval Academy, condotto attraverso compiti di simulazione, si sono interessati a questo ultimo livello di SMM.

Gli autori hanno indagato se la familiarità influenza il coordinamento, la resilienza ed efficienza in team ad alte prestazioni, nelle organizzazioni critiche per la sicurezza.

I risultati emersi sono piuttosto complessi ed interessanti: innanzitutto i team dove non ci si conosceva hanno utilizzato strategie meno efficaci, hanno comunicato in modo inadeguato e hanno risolto le situazioni meno efficacemente.

Le squadre dove ci si conosceva meglio si sono dimostrate maggiormente sensibili nell'aiutare i compagni in difficoltà, si sono coordinate meglio nel compito, motivando i compagni meno esperti ad imparare. Se separati fisicamente hanno adottato strategie comunicative migliori. Nelle situazioni nuove hanno prima creato una comprensione condivisa del compito, hanno saputo distribuire i carichi di lavoro dandosi maggiori feedback e si sono impegnati maggiormente in comportamenti adattivi.

Espevik et al. (17) suggeriscono che le squadre caratterizzate da alta familiarità, in un ambiente dinamico come un lavoro a bordo di una nave, si rapportano in modo diverso rispetto a squadre di sconosciuti. In primo luogo, le squadre familiari sembrano essere più attente, più resistenti e adattive durante le situazioni nuove. Un SMM dei membri del team sembra consentire quindi, a squadre familiari, di agire più rapidamente e più efficacemente per raggiungere l'obiettivo. La conoscenza tra i membri del team favorisce efficienza e resilienza.

Per avere una squadra altamente efficace è necessario far sviluppare un modello mentale condiviso generale dei membri del proprio team (conoscenza di attrezzature/procedure, del compito, dell'interazione e dei membri del team). Quindi, ad esempio, occorrerebbe cercare di favorire la familiarità dei team prima di farli lavorare assieme, attraverso le esercitazioni e i momenti formativi. Tale formazione andrebbe indirizzata al potenziamento di elementi più trasversali come quelli sopra descritti (sensibilità alla conoscenza dei compagni ed alle loro difficoltà, capacità di comunicare e darsi feedback, coordinamento in situazioni nuove o a distanza o in compiti nuovi).

Conclusioni

Nella trattazione di questo paper sono emersi diversi fattori che intervengono sul "comportamento sicuro" nel mondo dello shipping.

Le principali motivazioni al cambiamento si intrecciano con aspetti legati sia al business che alla sicurezza. Gli impatti che ne derivano, infatti, hanno forti ripercussioni per quanto concerne gli investimenti economici e importanti ricadute anche in termini di sicurezza e quindi di salvaguardia della vita umana e dell'ambiente. Gli investimenti economici sostenuti dagli armatori o comunque imposti dagli enti regolatori, possono essere vanificati spesso da errori imputabili agli operatori. Un elemento centrale emerso dalla letteratura quindi è sicuramente il fattore umano. Infatti, le cause, per la stragrande maggioranza degli incidenti navali, dipendono da errori umani. Anche la tipologia di imbarcazione può avere una grossa influenza su questi errori.

Da qui è partita l'analisi delle variabili che possono influire sul "comportamento di sicurezza" da parte dell'operatore, che risulta basilare per incidere sulla riduzione degli errori e di conseguenza, degli incidenti.

Il contesto di lavoro a bordo di una nave rappresenta un ambiente complesso e dinamico. Gli equipaggi devono spesso affrontare situazioni ambigue, in rapida evoluzione e non sempre è evidente o possibile individuare una soluzione corretta. Risultano nodali, quindi, i comportamenti di conformità alla sicurezza (safety compliance) ed anche le condotte legate agli aspetti contestuali come la propositività alle tematiche della sicurezza (safety procedural). Questi comportamenti risultano essere condizionati da una molteplicità di caratteristiche fisiche e mentali, individuali e relazionali, sociali e culturali, oltre che da fattori esterni. Intervenire su queste variabili potrebbe influire sulle performance legate alla sicurezza.

L'interesse nella letteratura indagata si è indirizzato verso un intreccio di fattori individuali, organizzativi e psicosociali.

Altri elementi importanti che incidono sui comportamenti, sono quelli ambientali, come le decisioni politiche o le decisioni prese a livello organizzativo. Queste possono creare problemi legati al clima o alla cultura.

Altro punto focale trattato, quindi, è la percezione della sicurezza a bordo. L'assunto di partenza preso dalla letteratura è che quando una persona non si sente sicura è a rischio. Quindi le valutazioni soggettive da parte della persona possono essere influenzate sia da fattori interni come la motivazione, le caratteristiche personali, gli atteggiamenti e la soddisfazione lavorativa, sia da fattori esterni come le relazioni tra l'equipaggio o la cultura di provenienza, o il coinvolgimento degli armatori e delle autorità. Il coinvolgimento di tutti gli attori può essere efficace per portare ad un miglioramento della percezione della sicurezza con conseguenti miglioramenti sulla sicurezza a bordo.

Infine, sul versante formativo, si possono ipotizzare dei possibili indirizzi di intervento sia individuali che trasversali. Bisogna continuare a focalizzarsi sugli elementi

tecnici stimolando gli aspetti di safety compliance con formazione mirata su abilità e conoscenze (*ad es. applicazione procedure*). Considerato, però, che la padronanza delle regole, procedure e competenze tecniche non è sufficiente per ottenere alte prestazioni, diventa basilare agire anche sugli aspetti più trasversali della formazione, mirando a sviluppare i fattori motivazionali, valoriali, di proattività che possono intervenire in modo indiretto sul comportamento sicuro (safety procedural).

Bibliografia

- 1) De Rosa C, Lauro A, Iacoviello PG. Injuries in the Maritime Workers and Fisheries. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* 2013; 35(4): 227-229.
- 2) Eliopoulou E, Papanikolaou A, Voulgarellis M. Statistical analysis of ship accidents and review of safety level. *Safety Science* 2016; 85: 282-292.
- 3) McKnight AJ, Becker WW, Pettit AJ, et al. Human error in recreational boating. *Accident Analysis and Prevention* 2007; 39: 398-405.
- 4) Ek A, Aksellson R. Safety culture on board six Swedish passenger ships. *Maritime Policy & Management* 2005; 32(2): 159-176.
- 5) Hetherington C, Flin R, Mearns K. Safety in shipping: The human element. *Journal of Safety Research* 2006; 37: 401-411.
- 6) Carotenuto A, Molino I, Fasanaro AM, et al. Psychological stress in seafarers: a review. *Int Marit Health* 2012; 63(4): 188-194.
- 7) Oldenburg M, Jensen HJ, Wegner R. Burnout syndrome in seafarers in the merchant marine service. *Int Arch Occup Environ Health* 2013; 86: 407-416.
- 8) Fenstad J, Dahl Ø, Kongsvik T. Shipboard safety: exploring organizational and regulatory factors. *Maritime Policy & Management* 2016; 43(5): 552-568.
- 9) Bergheim K, Nielsen MB, Mearns K, et al. The relationship between psychological capital, job satisfaction, and safety perceptions in the maritime industry. *Safety Science* 2015; 74: 27-36.
- 10) Balázs A. Association between nationality and occupational injury risk on Danish non - passenger merchant ships. *Original Paper* 2013; 64(3): 121-125.
- 11) Kwee-Meier STH, Bützler JE, Schlick C. Development and validation of a technology acceptance model for safety-enhancing, wearable locating systems. *Behaviour & Information Technology* 2016; 2: 23-55.
- 12) Hu X, Griffin MA, Bertuleit M. Modelling antecedents of safety compliance; Incorporating theory from the technological acceptance model. *Safety Science* 2016; 87: 292-298.
- 13) Griffin MA, Neal A. Perceptions of Safety at Work: A Framework for linking Safety Climate to Safety Performance, Knowledge and Motivation. *Journal of Occupational Psychology* 2000; 5(3): 347-358.
- 14) Toderi SA, Gaggia A, Mariani MG, et al. Griffin and Neal's Safety Model: Determinants and Components of Individual Safety Performance in the Italian Context. *La Medicina del Lavoro* 2015; 106(6): 447-459.
- 15) Mariani MG, Soldà BL, Curcuruto M. Employee Safety Motivation: Perspectives and Measures on the Basis of the Self-Determination Theory. *La Medicina del Lavoro* 2015; 106(5): 333-341.
- 16) Pezzullo L, De Filippo R. Perceptions of industrial risk and emergency management procedures in Hazmat Logistics: A qualitative mental model approach. *Safety Science* 2009; 47: 537-541.
- 17) Espevik R, Olsen OK. A new model for understanding teamwork onboard: the shipmate model. *Original Paper* 2013; 64(2): 89-94.

Giuseppe Ferrari¹, Francesco Chirico², Chiara Villi¹, Giuseppe Taino³, Ines Giorgi⁴, Enrico Oddone⁵, Marcello Imbriani⁵

La versione italiana del “*Claustrophobia Questionnaire*”: studio di validazione e prospettive di utilizzo per il medico del lavoro

¹ Società Italiana di Psicoterapia Integrata per lo Sviluppo Psicosociale (SIPISS), Milano

² Servizio Sanitario della Polizia di Stato, Ministero dell'Interno, Milano

³ Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML), IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia

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

⁵ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Università degli Studi di Pavia e IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia

RIASSUNTO. Scopo del nostro studio è stato di applicare il *Claustrophobia Questionnaire* (CLQ) al contesto italiano. Un campione di 50 pazienti claustrofobici è stato confrontato con 50 persone sane (gruppo di controllo). Tutti hanno risposto al questionario per la claustrofobia e al modulo di screening per l'ansia di *Stait-Trait Y1* e *Y2*, nonché a domande demografiche. Come da attese, i nostri risultati hanno confermato la struttura a due fattori della claustrofobia e hanno dimostrato che la versione italiana del CLQ ha buone proprietà psicometriche. Infatti, è stato osservato che i pazienti claustrofobici hanno ottenuto punteggi più alti rispetto a quelli del gruppo di controllo. La semplicità e l'immediatezza del questionario lo rendono uno strumento di facile somministrazione e con la possibilità di una rapida raccolta dei risultati. Sono pertanto suggerite e incoraggiate le applicazioni della versione italiana del *Claustrophobia Questionnaire* non solo in contesti di ricerca e di pratica clinica. Per esempio, potrebbe essere molto utile somministrare la scala a categorie di lavoratori che sono costretti a svolgere i compiti della propria mansione lavorativa in ambienti confinati oppure in luoghi particolarmente restrittivi o affollati. La versione italiana del CLQ è risultata quindi uno strumento affidabile e valido per valutare la paura claustrofobica.

Parole chiave: Claustrophobia, test psicometrico, idoneità al lavoro.

ABSTRACT. *Aim of our study was to adapt the Claustrophobia Questionnaire (CLQ) to the Italian context. In our study, a sample of 50 claustrophobic patients was compared to 50 healthy people (control group). All of them answered the Claustrophobia Questionnaire and the Stait-Trait Anxiety Inventory Form Y1 and Y2, as well as demographic questions. As it was theoretically expected, our results confirmed the two-factor structure and showed that the Italian version of the CLQ has good psychometric properties. Indeed, it was observed that claustrophobic patients scored higher in claustrophobia than those from the control group. In conclusion, the Italian version of the CLQ is a reliable and valid instrument to assess claustrophobic fear.*

Key words: Claustrophobia, psycometric test, fitness to work.

Introduzione

Il termine “claustrofobia” deriva dalla radice latina “claustro” (chiuso) e da quella greca “phobia” (paura) significando, pertanto, la paura degli spazi chiusi (1). Secondo il DSM 5 essa rientra tra i disturbi d'ansia e viene descritta come una fobia specifica di tipo situazionale; la sua prevalenza nella popolazione generale varia tra il 2 ed il 5% (2, 3). La claustrofobia, determinando nel soggetto fobico la paura estrema ed irrazionale degli spazi chiusi (ascensori, mezzi di trasporto, gallerie, macchinari per risonanza magnetica, ecc.), causa una reazione di intenso distress psicologico e di evitamento, per cui essa viene considerata un disturbo mentale molto invalidante (4). Ciò che spaventa il soggetto claustrofobico, infatti, non è il luogo in sé, ma ciò che potrebbe accadere in quel luogo; pertanto, perché si manifestino i sintomi della fobia non è necessario che l'oggetto o la situazione siano presenti, ma può essere sufficiente una loro anticipazione (5). A livello cognitivo, le preoccupazioni che con maggiore frequenza manifesta il soggetto claustrofobico sono quelle che le pareti di una stanza si possano chiudere su se stesse o che l'aria a disposizione si esaurisca rischiando di morire soffocati. Per tale motivo Rachman e coll. (6, 7) hanno proposto una struttura bifattoriale del costrutto della claustrofobia; essa, perciò, consisterebbe di due differenti, ma correlate, tipologie di paura, quella della restrizione fisica e quella di soffocare; entrambe in combinazione determinerebbero, quindi, la comparsa dei sintomi claustrofobici. Pertanto, basandosi su tale costrutto bifattoriale, Rachman e Taylor misero a punto un questionario denominato “*The Claustrophobia Questionnaire*” (CLQ) (6) che, ad oggi rappresenta l'unico questionario validato di tipo self-report capace di misurare in modo specifico questi due fattori della claustrofobia. Gli autori misurarono queste due componenti su 179 studenti, somministrando insieme al questionario alcuni test comportamentali ed interviste strutturate. Le ottime proprietà psicometriche del CLQ e delle due sottoscale vennero, poi, confermate in differenti popolazioni e situazioni incluso il disturbo di panico (8, 9) e in pazienti sottoposti a procedure per la risonanza magnetica (10). Successivamente Radomsky rivide e validò una versione breve del CLQ (2001) somministrando gli item originali ad adulti e studenti e dimostrando che il

CLQ aveva ottime proprietà psicometriche ed era, pertanto, un promettente strumento di misura dei sintomi claustrofobici sia in campo clinico che di ricerca (11). Quindi il CLQ venne tradotto e validato in lingua spagnola (12), svedese (13), francese (14), brasiliana (15) e tedesca (16). Ad oggi in Italia non esiste una versione tradotta e validata di tale questionario, tanto che la diagnosi di claustrofobia si basa sul colloquio psicologico e sull'uso di questionari sull'ansia intesa in senso generico. Per tale motivo, l'obiettivo del nostro studio è stato quello di produrre e validare una versione italiana del CLQ, per aiutare ricercatori e clinici a condurre studi e ricerche sulla claustrofobia con uno strumento le cui proprietà siano valide dal punto di vista psicometrico.

Materiali e Metodi

Traduzione del questionario

La versione italiana della scala è stata prodotta seguendo le comuni raccomandazioni per la traduzione e l'adattamento transculturale degli strumenti psicometrici. Per la traduzione del questionario abbiamo seguito il metodo della "Back translation". Il testo originale del CLQ è stato, pertanto, tradotto in italiano separatamente da un gruppo di traduttori della Italian Society for Psychotherapy and Social Development (SIPISS) esperti in disturbi claustrofobici e dagli autori del presente lavoro; le due versioni sono state confrontate tra loro, in presenza di tutti gli autori, per giungere ad una versione concordata. Il testo così ottenuto è stato ri-tradotto in inglese da una persona madrelingua (back translation), controllando la congruità del contenuto con l'originale. Il testo del questionario è riportato al fondo dell'articolo.

Partecipanti

Per valutare la validazione e l'affidabilità della versione italiana del questionario abbiamo usato un campione complessivo di 45 pazienti (gruppo di "casi") con diagnosi medica di claustrofobia che sono stati consecutivamente arruolati dal Centro SIPISS di Milano anche con la collaborazione dei medici competenti operanti nella Regione Lombardia, che avevano riferito di essere affetti da episodi claustrofobici di ansia e/o evitamento nel triennio 2013-2016. Per la diagnosi di claustrofobia sono stati utilizzati i criteri diagnostici previsti dal DSM 5 (1). Tutti i soggetti hanno fornito un consenso informato scritto prima dell'arruolamento. Sono stati, quindi, scelti in modo casuale 45 soggetti sani (gruppo di "controllo") simili per età e sesso ai pazienti claustrofobici che, sottoposti ad un colloquio medico e psicologico, non avevano mai sofferto in precedenza di manifestazioni claustrofobiche né dei comportamenti di evitamento conseguenti.

Strumenti di misura

Il *"The Claustrophobia Questionnaire"* (CLQ) (Radomsky et al., 2001, 11)

Il *The Claustrophobia Questionnaire* è uno strumento creato ad hoc da Rachman e Taylor (1993) (6) e adattato da Radomsky e collaboratori (2001) per misurare la fobia

specificata per gli spazi chiusi (11). Tale strumento è suddiviso in due sottoscale: la *Suffocation Subscale* (SS- 12 item) che rileva la paura dell'esaurimento dell'aria e il conseguente soffocamento; la *Restriction Subscale* (RS- 14 item) che indaga il timore di rimanere intrappolati e senza la possibilità di liberarsi. Per ciascuno dei 26 item corrispondenti a situazioni potenzialmente ansiogene, le persone devono rispondere su una scala Likert da 0 a 4 per indicare la loro sensazione di ansia (0= per niente ansioso e 4= estremamente ansioso). Un punteggio complessivo pari a ≥ 35 è stato considerato nello studio di validazione ed in letteratura come predittivo di claustrofobia clinicamente significativa (17).

Nel loro studio, Radomsky e coll. hanno trovato che il CLQ possiede una consistenza interna molto alta (Cronbach's $\alpha = .95$), ed un'eccellente affidabilità al test-retest ($r = .89$, $P < .001$). Il CLQ è inoltre caratterizzato da forte validità convergente e divergente e da un'ottima validità predittiva.

Lo State-Trait Anxiety Inventory- Form Y2

La STAI-Y è uno degli strumenti più diffusi ed utilizzati per l'autovalutazione dell'ansia (18). È costituita da due sottoscale indipendenti, una per la misurazione dell'ansia di stato (Y1) e una per l'ansia di tratto (Y2). Il questionario è formato da 40 item, ai quali il soggetto deve rispondere in termini di intensità (da "quasi mai" a "quasi sempre"). Gli item sono raggruppati in due scale focalizzate su come i soggetti si sentono generalmente, o su quello che invece provano in momenti particolari. Le due scale si riferiscono all'ansia di stato, che è concepita come esperienza particolare, sentimento di insicurezza o di impotenza di fronte ad un danno percepito che può condurre o alla preoccupazione oppure alla fuga e all'evitamento ed all'ansia di tratto, che consiste nella tendenza a percepire situazioni stressanti come pericolose e minacciose e a rispondere alle varie situazioni con diversa intensità. La scala, che è stata ampiamente validata e gode di ottime proprietà statistiche, è di agevole somministrazione e analisi dei risultati. La versione italiana della State-Trait Anxiety Inventory - Form Y2 (18) è stata tradotta e validata in Italia da Pedrabissi e Santinello (19).

Analisi statistiche

I dati, raccolti in forma cartacea, sono stati inseriti in un database elettronico anonimizzato, utilizzato poi per le analisi statistiche (SPSS 20.0). L'analisi statistica ha incluso (per item e sottoscala) la valutazione di completezza, affidabilità (Cronbach alpha) per coerenza interna, coerenza interna dell'item (correlazione della scala degli item), la validità discriminante degli item (correlazione con lo State-Trait Anxiety Inventory-Form Y2), la correlazione test-retest per la stabilità temporale (somministrazione del medesimo questionario a distanza di 30 giorni) con il coefficiente di correlazione di Pearson ed il coefficiente di correlazione intraclassa. Il punteggio totale di ogni scala è stato calcolato sommando i gradi di accordo di ogni item. Esso, pertanto, variava da 0 a 56 per la Sot-

toscala Soffocamento (14 items) e da 0 a 48 per la Sottoscala Restrizione (12 items). È stata, quindi, utilizzata la *t* di Student per valutare le differenze delle medie dei punteggi del CLQ tra il gruppo di pazienti ed il gruppo di controllo.

Risultati

Il campione di 90 soggetti era composto da 45 con diagnosi di claustrofobia (16 uomini e 29 donne) e 45 controlli sani (20 uomini e 25 donne). L'età media dell'intero gruppo era 37 ± 8 anni, quello del sottogruppo di soggetti affetti da claustrofobia era di 30 ± 6 anni. Le caratteristiche socio-demografiche del campione di soggetti claustrofobici sono sintetizzate in Tabella I.

Affidabilità

Per quanto riguarda la coerenza interna dei fattori, il coefficiente alpha di Cronbach è risultato essere il seguente: punteggio totale $\alpha = 0,92$; Sottoscala *Restrizione* (RS) = 0,82; Sottoscala *Soffocamento* (SS) = 0,84. Il Coefficiente di Correlazione Intraclassa (IC) è risultato essere alto per entrambe le sottoscale. L'affidabilità test-retest delle due sottoscale per la stabilità temporale è risultata molto buona (rispettivamente 0.85 per la RS e 0,91 per la

SS) (vedi Tabella II). Gli item erano, inoltre, ben correlati con le rispettive scale (correlazione item-scala) (vedi Tabella III).

Validità

Il gruppo di controllo ha evidenziato punteggi minori per tutti gli item indicativi di claustrofobia, valutati come il punteggio medio dei rispettivi item per entrambe le sottoscale (vedi Tabella IV). Tutti i confronti effettuati tra il gruppo di controllo ed i pazienti sono risultati statisticamente significativi ($p < .001$).

Discussione e Conclusione

Nonostante la claustrofobia non sia un disturbo raro nella popolazione generale, sono pochi gli studi nel campo delle scienze del comportamento che si sono occupati esplicitamente di tale problematica, probabilmente anche per la sovrapposizione con l'agorafobia (3). Il nostro studio si è occupato di tradurre in italiano e validare, per la prima volta, il "Claustrophobie Questionnaire" di Radomsky e coll. (11) per poterlo utilizzare nella pratica clinica e in altri setting come quello medico-legale finalizzato alla elaborazione da parte del medico del lavoro del giudizio di idoneità alla mansione specifica (si ricorda a ti-

Tabella I. Caratteristiche socio-demografiche del gruppo di pazienti

Sesso	N (%)	Media e Deviazione Standard
Maschi	16 (35%)	
Femmine	29 (65%)	
Età		30 ± 6
Stato civile		
Celibe/Nubile	13 (28,8%)	
Sposati/Conviventi	18 (40%)	
Separati/Divorziati/Vedovi	14 (31,2%)	
Educazione		
Licenza elementare	2 (4,5%)	
Licenza media inferiore	10 (22,2%)	
Licenza media superiore	15 (33,3%)	
Laurea	18 (40%)	
Attività lavorativa		
Operaio	8 (17,8%)	
Impiegato	26 (57,8%)	
Dirigente/Manager	11 (24,4%)	

Tabella II. Affidabilità (Cronbach alpha) per coerenza interna, affidabilità test/retest e coefficiente di correlazione intraclassa (stabilità temporale) per le due sottoscale ed il questionario The Claustrophobia Questionnaire

	N° item	Cronbach alpha	Riproducibilità Test-retest	Correlazione Intraclassa
CLQ RS	12	0.8216	0.9134	0.9034
CLQ SS	14	0.8432	0.8534	0.8643
CLQ Totale	26	0.8736	0.9236	0.9312

Tabella III. Correlazioni item-scala della versione italiana del questionario The Claustrophobia Questionnaire (CLQ)

	Item	Osservazioni	Correlazione item-scala	Correlazione Interitem media
CLQ RS	1	90	0.8245	0.4561
	2	88	0.8145	0.345
	3	89	0.7834	0.4323
	4	90	0.6945	0.5432
	5	90	0.7054	0.3478
	6	90	0.7234	0.3982
	7	90	0.7889	0.4231
	8	90	0.7345	0.3901
	9	90	0.7456	0.4210
	10	90	0.6987	0.3456
	11	89	0.6789	0.3321
	12	90	0.6678	0.3214
CLQ SS	1	89	0.7786	0.4532
	2	90	0.7767	0.432
	3	90	0.6878	0.3767
	4	90	0.7023	0.3789
	5	89	0.7032	0.3987
	6	88	0.7456	0.4222
	7	90	0.6754	0.4256
	8	90	0.6654	0.398
	9	90	0.6543	0.345
	10	90	0.6930	0.3210
	11	90	0.7109	0.3245
	12	87	0.7034	0.3456
	13	88	0.7232	0.4321
	14	89	0.7213	0.402

Tabella IV. Confronto delle due dimensioni della scala della versione italiana del questionario The Claustrophobia Questionnaire (CLQ) tra gruppo di pazienti e gruppo di controllo

	Gruppo di controllo (Media $\pm$ SD)	Gruppo di pazienti (Media $\pm$ SD)	p-value
CLQ RS	14 $\pm$ 12	39 $\pm$ 6	< .001
CLQ SS	18 $\pm$ 8	42 $\pm$ 8	< .001
CLQ Totale	26 $\pm$ 8	76 $\pm$ 7	< .001

Tabella V. Correlazione di Pearson tra la versione italiana dello State-Trait Anxiety Inventory - Form Y2 e quella del CLQ: valutazione della validità divergente

	CLQ RS	CLQ SS	CLQ Totale	p-value
State-Trait Anxiety Inventory - Form Y1	0.15	0.20	0.18	> .005
State-Trait Anxiety Inventory - Form Y2	0.23	0.23	0,16	> .005

tolo di esempio il problema dell'idoneità al lavoro in spazi confinati (20), soprattutto in condizioni di costrittività fisica (imbracatura) (21), oppure per clinici non specialisti in psicologia e/o psichiatria come, per esempio, i medici di medicina generale. La versione italiana del questionario

CLQ ha mostrato proprietà psicometriche paragonabili a quelle della versione inglese e quindi può essere utilizzata per l'individuazione del disturbo e per la valutazione dell'efficacia terapeutica in pazienti/lavoratori affetti da claustrofobia. I risultati del nostro studio suggeriscono che la

versione italiana del CLQ ha una buona validità, potere discriminativo, coerenza interna ed affidabilità. Per quanto riguarda l'affidabilità, gli item del questionario sono interdipendenti ed omogenei nei concetti che misurano, come è indicato dagli alti coefficienti alpha di Cronbach e la Factor Analysis. Come indicato dall'analisi di correlazione item-scala, tutti gli item sembrano contribuire alla qualità della scala. La forza dell'affidabilità test-retest e delle correlazioni intraclasse ha dimostrato l'alta stabilità temporale del questionario CLQ. Tale caratteristica è importante per un questionario che deve essere utilizzato per studi di follow-up o programmi di sorveglianza sanitaria a lungo termine. Inoltre, sono state trovate correlazioni basse e non significative tra il CLQ e le due sottoscale (STAI Y1 e STAI Y2) dello State-Trait Anxiety Inventory che misurano rispettivamente un disturbo d'ansia specifico ed un disturbo e/o stato d'ansia generico, supportando la validità discriminativa. Infine, la versione italiana ha evidenziato una validità discriminativa importante tra pazienti e i controlli ($p < .001$). La forte correlazione tra diagnosi pregressa di claustrofobia ed i punteggi elevati al test, pertanto, dimostra che la scala è una misura valida del costrutto di interesse. In conclusione, i risultati del processo di validazione della versione italiana del questionario CLQ hanno evidenziato la validità del questionario, la sua affidabilità e la possibilità di utilizzarlo come test di screening per la diagnosi di claustrofobia che naturalmente, deve essere confermata in ambito clinico dal colloquio clinico mirato ad evidenziare la presenza dei criteri diagnostici indicati dal DSM 5. La versione italiana del CLQ, quindi, oltre che essere utile per la valutazione nei pazienti da sottoporre ad esami diagnostici in ambito radiologico che richiedono lunghi tempi di permanenza in ambienti come quelli per la risonanza magnetica, potrebbe essere uno strumento utile anche per il suo semplice utilizzo per figure mediche non specialistiche come, ad esempio, il medico di medicina generale o il medico competente e potrebbe quindi essere utilizzato in differenti setting e con varie finalità. La semplicità e l'immediatezza dello strumento, infatti, lo rendono di facile somministrazione e con la possibilità di una rapida raccolta dei risultati. Pertanto, sono suggerite e incoraggiate le applicazioni della versione italiana del Claustrophobia Questionnaire non solo in contesti di ricerca e di pratica clinica. Per esempio, potrebbe essere molto utile somministrare la scala a categorie di lavoratori che sono costretti a svolgere i compiti della propria mansione lavorativa in ambienti confinati oppure in luoghi particolarmente restrittivi o affollati. Ulteriori ricerche saranno utili, in tal senso, per approfondire le possibilità di utilizzo del questionario in setting specifici e per confermare le proprietà psicometriche di questo strumento.

Bibliografia

- 1) American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed. Text revision). Washington: American Psychiatric Association, 2013.
- 2) Rachman S Claustrophobia. In: G.C.L. Davey GCL, ed, Phobias: A handbook of theory, research and treatment. Chichester, Wiley, 1997, pp. 163-182.
- 3) Öst L-G. The claustrophobia scale: a psychometric evaluation. Behaviour Research and Therapy 2006; 45: 1053-1064.
- 4) Malbos E, Mestre DR, Note ID, Gellato C. Virtual Reality and Claustrophobia: Multiple Components Therapy Involving Game Editor Virtual Environments Exposure. Cyberpsychology & Behavior 2008; 11(6): 695-697.
- 5) Rachman S. Fear and Courage (2nd ed.). New York: Freeman, 1990.
- 6) Rachman S, Taylor S. Analyses of claustrophobia. Journal of Anxiety Disorders 1993; 7: 281-291.
- 7) Rachman S. Claustrophobia. In G.C.L. Davey (Ed.), (1997). Phobias: A handbook of theory, research and treatment. Chichester: Wiley and Sons, 1997.
- 8) McNally R, Eke M. Anxiety sensitivity, suffocation fear, and breath-holding duration as predictors of response to carbon dioxide challenge. Journal of Abnormal Psychology 1996; 105(1): 146- 149.
- 9) Taylor S, Rachman S, Radomsky AS. The prediction of panic: a comparison of suffocation false alarm and cognitive theories. 1996. Unpublished data.
- 10) McIsaac HK, Thordarson DS, Shafran R, Rachman S, Poole G. Claustrophobia and the Magnetic Resonance Imaging procedure. Journal of Behavioral Medicine 1998; 21: 255-268
- 11) Radomsky AS, Rachman S, Thordarson DS, McIsaac HK, Teachman BA. The claustrophobia questionnaire. Journal of Anxiety Disorders 2001; 15: 287-297.
- 12) Valls MAM, Palacios AG, Botella C. Psychometric properties of the Claustrophobia Questionnaire in Spanish population. Psicothema 2003; 15.4: 673-678.
- 13) Carlbring P, Soderberg M. Swedish translation of the CLQ. Sweden: Uppsala University, 2001.
- 14) Radomsky AS, Uimet AJ, Ashbaugh AR, Paradis MR, Lavoie SL, O'Connor KP. Psychometric properties of the French and English versions of the Claustrophobia Questionnaire (CLQ). Anxiety Disorders 2006; 20: 818-828.
- 15) Gouveia V.V, Medeiros EDD, Gouveia RS, Santos WS, Diniz PK. Cuestionario de claustrofobia: Evidencias de su validez y fiabilidad. Interamerican Journal of Psychology 2008; 42(3): 604-610.
- 16) Van Diest, et al. The Dutch Claustrophobia Questionnaire: Psychometric properties and predictive validity. Journal of Anxiety Disorders 2010; 24: 715- 722.
- 17) Aljasmí M, Cheng P, Agarwal K, Uppalapati S, Moss K, et al. The Use of a Validated Claustrophobia Questionnaire in Predicting Future Compliance to Continuous Positive Airway Pressure (Cpap) in Obstructive Sleep Apnea (Osa). J Sleep Med Disord 2016; 3(2): 1044.
- 18) Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE, Vagg PR. State-trait anxiety inventory (STAI). BiB 2010; 1970: 180.
- 19) Pedrabissi L, Santinello M. Manuale ad. it. STAI- Y, Organizzazioni Speciali, Firenze, 1989.
- 20) Bacchetta AP, Melloni R, Collino F, Oddone E, Taino G, Imbriani M. Health surveillance for employees who work in "areas suspected of pollution" or confined. G Ital Med Lav Ergon 2015; 37(2): 90-100.
- 21) Taino G, Buonocore RG, Mongioli MC, Oddone E, Imbriani M. Sindrome da sospensione inerte (sindrome da imbracatura): peculiarità preventive. G Ital Med Lav Ergon 2017; 39(4): 224-229.

Corrispondenza: Giuseppe Taino, Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML), IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia, Italy, E-mail: giuseppe.taino@icsmaugeri.it

The Claustrophobia Questionnaire (CLQ)

Adam S. Radomsky, M.A., S. Rachman, Ph.D., Dana S. Thordarson, M.A., Heather K. McIsaac, M.A.

Quanto ansioso ti sentiresti nei seguenti luoghi o situazioni? Cerchia il numero più appropriato.

Sottoscala Soffocamento

	Per niente ansioso	Legger- mente ansioso	Modera- tamente ansioso	Molto ansioso	Estrema- mente ansioso
1. Nuotare indossando un tappanaso	0	1	2	3	4
2. Lavorare sotto un lavandino per 15 minuti	0	1	2	3	4
3. Stare in ascensore fermo a piano terra con le porte chiuse	0	1	2	3	4
4. Prendere fiato durante un esercizio fisico intenso	0	1	2	3	4
5. Avere un brutto raffreddore e fare fatica a respirare con il naso	0	1	2	3	4
6. Fare snorkeling in una piscina per 15 minuti	0	1	2	3	4
7. Usare una maschera ad ossigeno	0	1	2	3	4
8. Stare steso sul letto inferiore di un letto a castello	0	1	2	3	4
9. Stare in piedi in mezzo alla terza fila di un concerto gremito realizzando che non avrai la possibilità di andartene fino alla fine	0	1	2	3	4
10. Stare nel centro di una fila totalmente occupata al cinema	0	1	2	3	4
11. Lavorare sotto una macchina per 15 minuti	0	1	2	3	4
12. Trovarsi nel punto più distante dall'uscita durante una visita ad una miniera sotterranea	0	1	2	3	4
13. Stare steso in una sauna per 15 minuti	0	1	2	3	4
14. Aspettare per 15 minuti in un aereo a terra con le porte chiuse	0	1	2	3	4

Sottoscala Restrizione

	Per niente ansioso	Legger- mente ansioso	Moderata- mente ansioso	Molto ansioso	Estrema- mente ansioso
1. Stare chiuso in una piccola stanza BUIA senza finestre per 15 minuti	0	1	2	3	4
2. Stare chiuso in una piccola stanza BEN ILLUMINATA senza finestre per 15 minuti	0	1	2	3	4
3. Ammanettato per 15 minuti	0	1	2	3	4
4. Con le mani legate dietro la schiena per 15 minuti	0	1	2	3	4
5. Costretto in vestiti stretti senza la possibilità di toglierseli	0	1	2	3	4
6. Stare per 15 minuti con una camicia di forza	0	1	2	3	4
7. Stare in un sacco a pelo che cinge gambe e braccia, chiuso fino al collo, senza la possibilità di uscire per 15 minuti	0	1	2	3	4
8. Stare a testa in avanti in un sacco a pelo chiuso, con la possibilità di uscire	0	1	2	3	4
9. Stare nel bagagliaio di una macchina, con disponibilità d'aria, per 15 minuti	0	1	2	3	4
10. Avere le gambe legate ad una sedia inamovibile	0	1	2	3	4
11. Essere in un bagno pubblico con la serratura bloccata	0	1	2	3	4
12. Trovarsi su di un treno affollato che si ferma tra due stazioni	0	1	2	3	4

Antonio Aiello¹, Christian Nardella²

Il benessere psicosociale nei contesti scolastici: analisi di un caso di studio attraverso lo strumento Va.RP

¹ Dipartimento di Scienze Politiche, Università degli Studi di Pisa (Italy)

² Dipartimento di Scienze Giuridiche ed Economiche, Unitelma Sapienza, Roma (Italy)

RIASSUNTO. *Introduzione.* Il benessere organizzativo è ormai divenuto un costrutto oggetto di ampio dibattito scientifico e normativo, sia per le misure di prevenzione e tutela in materia di stress lavoro-correlato, sia per la valutazione e gli interventi sui rischi psicosociali. Il presente contributo è focalizzato su un caso di studio in uno specifico ambito organizzativo scolastico d'istruzione medio superiore d'istruzione.

Metodo. Il lavoro, in un'ottica di ricerca-intervento, è stato principalmente basato sull'impiego dello strumento "Valutazione Rischi Psicosociali" (Va.RP) nella forma per medie organizzazioni, Va.RP-M, in una ulteriore forma con un *wording* appositamente adattato per i contesti organizzativi scolastici. Alcune delle dimensioni di snodo valutate tramite lo strumento sono: il ruolo, la chiarezza delle informazioni, il supporto, la relazione vita privata/lavoro, la percezione degli aspetti gestionali e organizzativi. Oltre a tale strumento è stata formulata una scheda inerente le "soluzioni pratiche" ritenute più rilevanti in base alle criticità organizzative percepite dai lavoratori e con la richiesta di osservazioni e suggerimenti su iniziative per contrastare e prevenire lo stress lavoro-correlato.

Risultati. I risultati mostrano un emergente stato di malessere principalmente ricondotto alle dimensioni relative all'equità percepita, il ruolo, l'avanzamento di carriera, la leadership e la flessibilità lavorativa. Per quanto riguarda le "soluzioni pratiche" suggerite, gli intervistati individuano priorità di intervento del tutto salienti.

Conclusioni. Nell'insieme, si suggerisce come l'affrontare e prevenire lo stress lavoro-correlato è un processo che deve veder coinvolti, come da più parti da tempo sottolineato, tutti gli attori dell'organizzazione, in una prospettiva di promozione di politiche gestionali e sociali più generali, volte a migliorare il benessere anche nei contesti scolastici. Gli insegnanti emergono come figura di snodo per la funzione da essi assolta nelle complesse dinamiche relazionali in cui sono inseriti.

Parole chiave: benessere organizzativo, contesti scolastici, strumento Va.RP, interventi psicosociali nelle organizzazioni.

ABSTRACT. *THE STUDY OF PSYCHO-SOCIAL WELL BEING IN THE EDUCATIONAL CONTEXTS TOWARD THE Va.RP TOOL: A STUDY CASE.*

Introduction. The organizational well-being construct has become a theme with broad scientific and law debate, pertaining prevention and protection measures concerning work-related stress, both for assessment and intervention on psychosocial risks. This paper focuses on a case study identified in a specific organizational context of a upper middle school.

Method. Starting from a research-intervention perspective, this paper was primarily based on the use of the "Psychosocial Risk Assessment" (Va.RP) Italian tool, in shape for medium organizations, Va.RP-M, in a further form specially remodeled for organizational school contexts. Some of the dimensions

Introduzione

Il tema del benessere organizzativo (1) è ormai diventato oggetto di ampio dibattito scientifico e normativo anche per gli specifici contesti organizzativi scolastici (2), investendo tematiche di prevenzione e tutela in materia di stress lavoro-correlato, la sua valutazione e gli interventi inerenti i rischi psicosociali.

L'art. 28 del D.lgs n. 81/2008, nel nostro Paese, obbliga anche le istituzioni scolastiche all'adempimento della valutazione del rischio da stress lavoro-correlato. In particolare quella dell'insegnante emerge sempre più come una complessa figura professionale posta quotidianamente di fronte a dinamiche di ruolo e organizzative di difficoltà e complessità di gestione sempre crescenti (4-7).

Nell'ultimo decennio in particolare si è assistito a profonde trasformazioni del sistema scolastico che hanno innescato una profonda riconsiderazione dei ruoli, in particolare della dirigenza e dei docenti, diversificando conoscenze e competenze nella promozione della partecipazione attiva di tutte le sue componenti.

Il "sistema scuola" è divenuto sempre più un "sistema aperto", collocato in una prospettiva più generale di studio focalizzata sulle dinamiche delle "reti sociali inclusive" nei sistemi del "territorio", per cui una cultura organizzativa statica, normativo-burocratica, ha ceduto il passo ad una organica e sistemica, organizzativo-gestionale (8).

Per quanto concerne in particolare lo studio del benessere organizzativo nei contesti scolastici e il suo risvolto negativo dello stress psicosociale, oggetto del presente studio, nel 1977 appare sulla rivista *Educational Review* una prima approfondita riflessione su un fenomeno definito *Teacher stress*, a cura di C. Kyriacou (9). Il costrutto del *Teacher stress* ha origini in un'ottica inizialmente intraindividuale, ricondotta tuttavia allo specifico ruolo, come esperienza da parte di un insegnante di "provare emozioni negative quali rabbia, ansia, tensione, frustrazione o depressione risultanti da qualche aspetto del proprio lavoro" (9). Questa definizione ha trovato un vasto eco in lavori successivi, che hanno sottolineato anche come il *Teacher stress* potesse essere messo in relazione con una ampia costellazione di fattori di tensione a cui gli insegnanti sono sottoposti nell'organizzazione scolastica e che, in mancanza di adeguate strategie di *coping*, possono condurre

measured by the instrument are: the role, transparency of information, support, the relationship between work vs. private life, the perception of organizational and managerial aspects. In addition to this instrument, it was made a board regarding the "practical solutions" deemed most relevant according to the critical organizational received by workers, closing with a request for comments and suggestions on initiatives in order to prevent work-related stress.

Results. *The results show an emerging dissatisfaction primarily related to the dimensions of perceived lack of organizational justice, role, career advancement, leadership and work flexibility. As for "practical solutions" suggested, respondents identify priorities for high salient specific actions.*

Conclusions. *Overall, it is confirmed as the face and prevent work-related stress is a process that must involve all stakeholders comprised into the organization, with a particular concern in promoting a strength of organizational management, to improve the well-being in particular in classroom settings. Teachers emerge as a figure of multiparty function experienced in the psychosocial dynamics considered.*

Key words: *organizational well-being, school contexts studies, Va.RP Tool, psychosocial interventions in organizations.*

questa figura professionale anche a esiti estremi quali la comparsa di una forma di patologia organizzativa specifica denominata "teacher burnout" (10-11).

Il ruolo sempre più di snodo assunto dall'insegnante nel rapporto con gli studenti ha trasformato lo stesso modo di guardare alla trasmissione dei saperi, comprendendo ora anche richieste di trasmissione di competenze relazionali, oltre che strettamente legate alla conoscenza, aumentando tuttavia i livelli di stress in queste figure professionali.

Il volume di *demands* quindi che si delineano sulla figura dell'insegnante e degli altri attori dell'organizzazione scuola porta a riflettere sulla necessità di dotarsi di strumenti idonei a rilevare le sempre maggiori richieste che derivano dall'interrogarsi su come far fronte a tali necessità.

Alcune ricerche dimostrano come lo stress lavoro-correlato nel "sistema scuola" sia un predittore del disagio psicologico (12). Nella meta-analisi condotta da Montgomery e Rupp (13) si evidenzia infatti come, rispetto ad altre professioni, gli insegnanti mostrino più alti livelli di esaurimento emotivo e di depersonalizzazione, che rappresentano le dimensioni centrali del burnout.

Già in uno studio condotto da Schaufeli ed Enzmann (14) era stato messo in luce come gli insegnanti manifestassero livelli maggiori di burnout al confronto con altre professioni.

Inoltre, Betoret (15), nel suo studio ha rivelato che gli insegnanti con un alto livello di auto-efficacia e più risorse di coping sono anche quelli più pronti a dichiarare di non essere vittime di elevati livelli di stress (e di sviluppo di burnout) rispetto agli insegnanti con un basso livello di auto-efficacia e risorse di coping meno strutturate.

Nel nostro lavoro ci siamo riproposti di indagare, in un Istituto di scuola media superiore collocato nella Regione Sardegna, l'articolazione dell'"ascolto" di tali bisogni insieme a un'attenta analisi del rischio stress lavoro-

ro-correlato tramite lo strumento "Va.RP-M" (16) adattato per gli specifici contesti scolastici. Lo scopo del presente *case-study* (17) è quello di studiare, pianificare e promuovere, in una prospettiva di ricerca-intervento, modalità più consapevoli su quali tipi di azioni e "soluzioni pratiche" si possano rendere necessarie in una determinata organizzazione, quale quella da noi presa in esame. La conoscenza della configurazione degli stressor maggiormente attivi nell'organizzazione medesima appare dunque un passaggio indispensabile da parte del ricercatore, per ricomporre un quadro atto a produrre una pianificazione progettuale che possa assumere elettivamente, alla base, richieste di intervento provenienti dagli attori dello scenario organizzativo studiato e riformulate di ricercatori in termini di azioni competenti.

Metodo e procedura

Soggetti

I soggetti coinvolti nello studio sono 63 lavoratori che rappresentano l'intera popolazione di una scuola media di secondo grado di una città della Sardegna, strutturata in due sedi. Il 69.8% sono donne e il 30.2% uomini; l'81% sono docenti, l'11.1% sono collaboratori scolastici e il 7.9% personale tecnico-amministrativo. La maggioranza, il 55.6%, ha un'età compresa fra i 50 e i 60 anni, mentre il 39.7% ha fra i 41 e i 50 e il 4.8% fra i 31 e i 40 anni. Coerentemente col ruolo previsto nell'organizzazione la gran parte, prevalentemente insegnanti e dirigenti, (84.1%) possiede un diploma di laurea magistrale, mentre il 9.5% ha un diploma di scuola media superiore e il 6.3% un diploma di scuola media inferiore. Nell'organizzazione presa in esame, l'88.9% dei lavoratori ha un contratto a tempo indeterminato mentre l'11.1% possiede un contratto a tempo determinato. L'anzianità lavorativa media è di 20 anni, in particolare il 23.8% ha un'anzianità lavorativa compresa fra i 5 e i 15 anni, il 20.6% fra i 16 e i 20 anni e il 55.6 fra i 21 e i 29 anni.

Strumento

Nel presente studio è stato utilizzato lo strumento Valutazione dei Rischi Psicosociali forma per medie aziende, d'ora in avanti Va.RP-M (16), come richiamato, adattato per i contesti scolastici. Il tipo di adattamento è stato focalizzato sul *wording* di alcuni item. Ad esempio l'item 1, "La mia postazione è adeguata alle esigenze del mio lavoro" è stato trasformato in "L'aula in cui insegno è adeguata alle esigenze del mio lavoro". La modifica del *wording* è stata svolta per rendere gli item comprensibili agli intervistati e attinenti allo specifico contesto organizzativo.

Lo strumento di tipo *self-report* è specificatamente dedicato alla valutazione dello stress lavoro-correlato percepito dal singolo rispondente. Il Va.RP-M propone una serie di affermazioni, o item valutativi, riferite alle condizioni lavorative rispetto alle quali fornisce una misura del livello di stress percepito associato a ciascuna dimensione organizzativa. Vengono inoltre misurate le dinamiche connesse al *coping* (impiegate individual-

mente per fronteggiare lo stress) e gli effetti dell'insieme dei vari *stressor* sulla soddisfazione lavorativa e sulla salute dell'individuo.

Lo strumento si compone di 83 item, articolati in 23 distinte scale; è suddiviso in sezioni e si avvale di diverse scale di risposta, in particolare:

- nella sezione relativa alle variabili organizzative è stata utilizzata una scala Likert a sette passi valutativi (da 0=completamente in disaccordo a 6=completamente d'accordo);
- nella sezione relativa alle strategie di coping è stata utilizzata una scala di frequenza con cosiddetti quantificatori "indeterminati" (da 0=Mai; a 6=Sempre);
- nella sezione relativa agli effetti sull'individuo, per quanto concerne gli aspetti legati alla salute mentale e fisica, è stata invece utilizzata una scala di frequenza con quantificatori "determinati" (da 0=Mai a 6=Sempre-Tutti i giorni).

Per quanto concerne la valutazione degli aspetti riguardanti la soddisfazione lavorativa, è stata impiegata una scala "auto-ancorante" ("Self-anchoring" scale), nella quale il valore più basso corrisponde alla situazione ritenuta peggiore, mentre il valore più alto rappresenta la situazione ottimale (da 0=Del tutto insoddisfatto a 6=Del tutto soddisfatto).

Per quanto concerne le scale che compongono gli aspetti organizzativi sono state nello specifico considerate: la "qualità ambientale", il "clima di sicurezza", gli "aspetti legati alle caratteristiche del compito" (autonomia lavorativa, carico di lavoro, flessibilità lavorativa), la "coesione", il "supporto sociale", la "qualità della leadership", la "partecipazione", il "ruolo", la "carriera e competenza", la "relazione lavoro/vita privata", insieme agli aspetti non secondari della "qualità dell'informazione" e della "comunicazione nell'ambiente di lavoro".

Comprese nelle scale legate alla sfera della salute risultano quella "emotiva", "cognitiva", "comportamentale" e "fisiologica". Infine, oltre agli aspetti legati alla soddisfazione lavorativa, lo strumento prevede due scale, come anticipato, sul *coping*: una specifica misura orientata sul compito e una orientata sulla sfera "emotiva".

In un'ottica di ascolto dei bisogni di prevenzione dello stress lavoro-correlato e di promozione di interventi finalizzati alla salute organizzativa (1), è stata pianificata la costruzione di una originale e apposita scheda valutativa, atta a rilevare gli interventi ritenuti maggiormente prioritari nei contesti scolastici, quali quello oggetto del nostro studio. Attraverso questo strumento, sotto forma di scheda, si è chiesto ai singoli partecipanti alla ricerca di fornire la propria valutazione di priorità rispetto alla seguente domanda stimolo "numeri da 1 a 3, in ordine decrescente, gli interventi da Lei ritenuti più urgenti ed efficaci per contrastare lo stress lavoro-correlato nel suo contesto scolastico".

La misura a singolo item, è stata costruita alla luce anche di quanto la letteratura suggerisce circa l'esistenza di tre tipi principali di interventi per la gestione dello stress: gli interventi di prevenzione primaria, ovvero quelli che consistono in forme di sviluppo o cambiamento organizzativo; quelli di prevenzione secondaria, che prevedono

una formazione del lavoratore sia in termini di promozione della salute che di capacità psicologiche; gli interventi di prevenzione terziaria, che consistono invece nell'assistenza al lavoratore, fornendo ad esempio servizi di consulenza e sostegno (18-19).

Su questa linea operativa, le alternative di risposta pianificate e proposte, risultano corrispondentemente essere: interventi di prevenzione (i) primaria, dunque esperti che intervengono sull'intera organizzazione scolastica, (ii) secondaria, dunque formazione di gruppo sulle tecniche di gestione dello stress lavorativo; orientamento e formazione sui rischi e problemi dell'età adolescenziale e sulle principali modalità per affrontarli e piani di aggiornamento e formazione sulla gestione della relazione adulto-adolescente e (iii) terziaria, principalmente focalizzati sull'intervento professionale di psicologi a supporto dei singoli docenti, *counselling* scolastico e attivazione di "centri d'ascolto" rivolti a docenti, studenti e famiglie. Le istruzioni hanno messo chiaramente il partecipante nelle condizioni di dover rilasciare il relativo grado di importanza attribuito ad ogni ambito di intervento. Si è prevista, infine, oltre ad una voce "altro" (per esprimere ulteriori possibilità di intervento), una domanda aperta in cui sono stati chiesti osservazioni/suggerimenti su come affrontare l'eventuale "malessere percepito" nel proprio contesto lavorativo scolastico.

Risultati

I punteggi forniti allo strumento Va.RP-M dal gruppo dei partecipanti indicano il livello di disagio vs benessere percepito dai lavoratori rispetto alle caratteristiche di contesto e contenuto degli ambienti di lavoro, nonché il livello di salute e soddisfazione.

Il punteggio di benessere psicosociale varia da 0 a 6: un punteggio basso è dunque indicatore di alti livelli di disagio e tensione, ovvero segnala una potenziale criticità, mentre un punteggio alto indica alto livello di benessere.

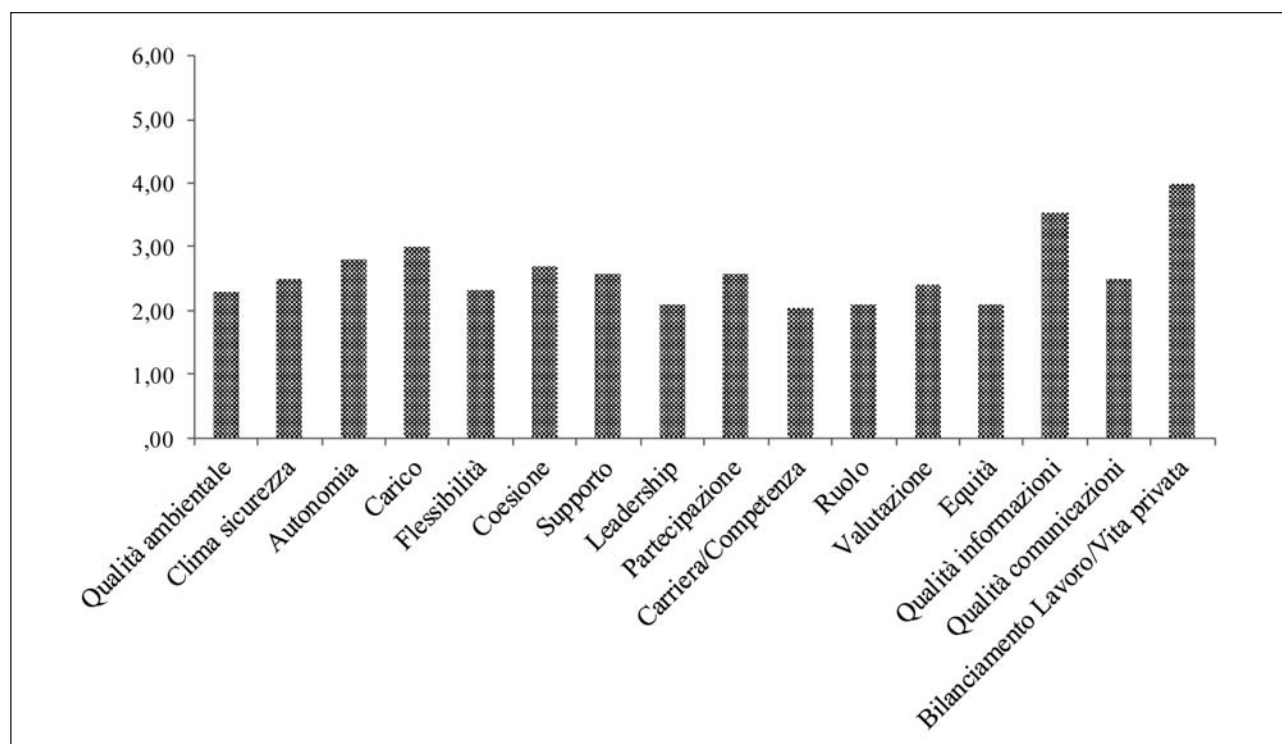
Sono stati considerati i punteggi medi espressi in ciascuna delle singole scale del Va.RP-M, nell'organizzazione presa in considerazione.

Per quanto riguarda l'organizzazione scolastica oggetto del nostro caso di studio, il punteggio medio generale che indica lo stato di disagio vs benessere è di 3.00. Confrontando tale valore con i punteggi del campione normativo, abbiamo riscontrato come tale valore si collochi di circa 0.38 punti al di sotto della media del campione normativo ($M=3.38$) (16). Questo risultato indica come la percezione generale, emergente nel contesto preso in esame, lo collochi su un versante di disagio al cui interno si evidenziano delle aree maggiormente problematiche. Inoltre, i valori medi delle singole scale sono stati confrontati con i valori di riferimento della popolazione normativa, e hanno permesso di effettuare un confronto diretto tra le varie aree come si evince dalla Tabella I.

Nelle Figure 1 e 2, sono rappresentati i grafici dei risultati, espressi in valori medi, relativi alle dimensioni analizzate per la valutazione dello stress lavoro-correlato, che costituiscono quindi il "profilo generale" dell'organiz-

Tabella I. Confronto tra le medie dei soggetti coinvolti nello studio e il campione normativo

Scale	M	M campione normativo	DS	DS campione normativo
Qualità ambientale	2,29	3,26	1,33	1,47
Clima di Sicurezza	2,49	3,18	1,09	1,51
Autonomia lavorativa	2,81	3,81	1,29	1,32
Carico di lavoro	3,00	2,34	1,19	1,25
Flessibilità lavorativa	2,33	4,09	1,13	1,24
Coesione	2,68	3,75	1,21	1,36
Supporto sociale	2,59	3,55	1,21	1,33
Qualità della leadership	2,10	2,99	1,14	1,56
Partecipazione	2,59	2,1	1,33	1,4
Carriera e competenza	2,04	1,88	,97	1,53
Ruolo	2,09	3,17	1,33	1,55
Valutazione	2,41	2,33	1,17	1,52
Equità	2,10	2,03	,90	1,52
Qualità informazioni	3,54	2,87	,98	1,25
Qualità comunicazioni	2,50	3,33	1,09	1,29
Relazione lavoro/vita privata	4,00	3,46	1,14	1,38
Soddisfazione	2,40	2,82	1,11	1,23
Salute emotiva	4,13	4,08	1,32	1,48
Salute cognitiva	4,65	4,42	1,27	1,4
Salute comportamentale	4,78	4,9	1,28	1,2
Salute fisiologica	4,71	4,59	1,23	1,28
Coping orientato al compito	3,27	4,42	,97	1,01
Coping orientato alle emozioni	3,65	4,26	1,09	1,12

**Figura 1. Profilo generale dell'organizzazione relativo alle scale del Va.RP-M nelle dimensioni organizzative espresse lungo il continuum "malessere" (0) vs "benessere" (6)**

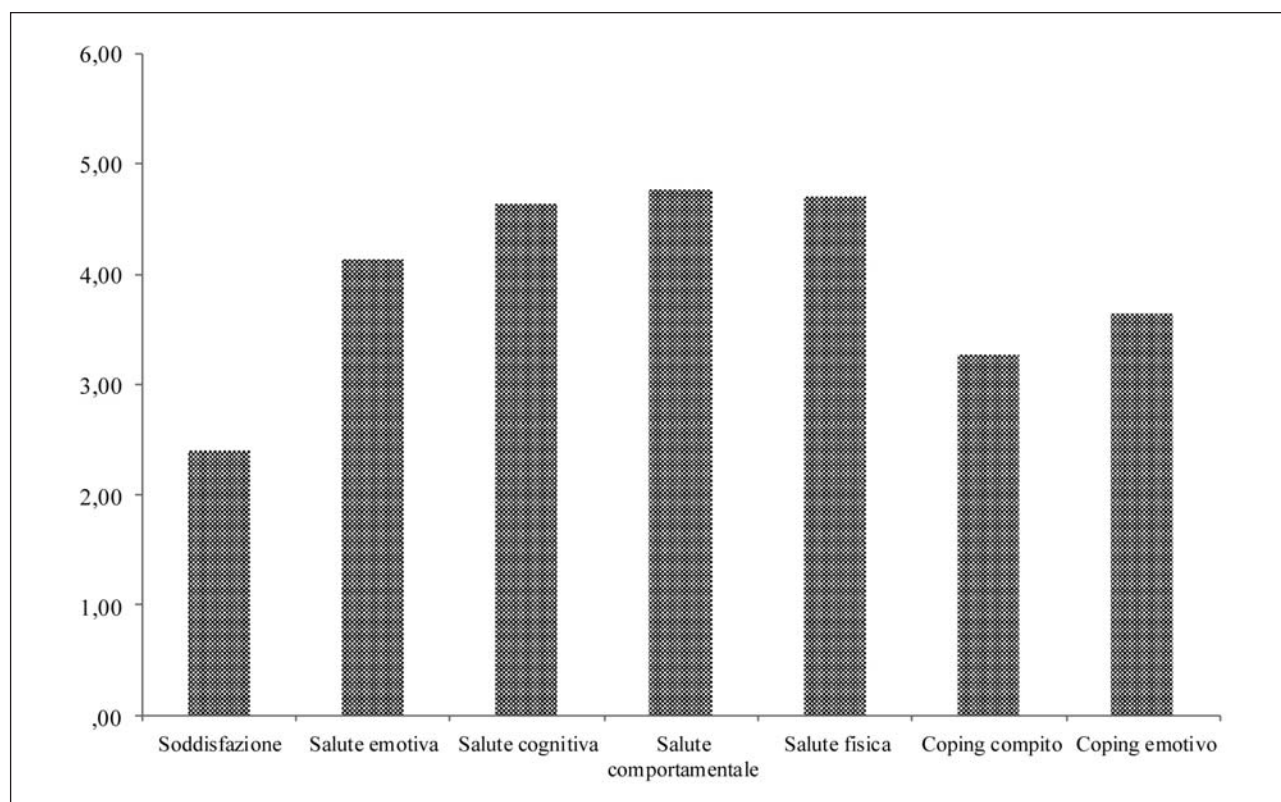


Figura 2. Profilo generale dell'organizzazione relativo alle scale del Va.RP-M nelle dimensioni soddisfazione, salute e strategie di coping espresse lungo un continuum: insoddisfazione (0) vs soddisfazione (6); cattiva salute (0) vs buona salute (6); non adeguate strategie di coping (0) vs adeguate strategie di coping (6)

zazione, al fine di comprendere meglio il “peso” di ciascuna scala e il confronto diretto tra le stesse.

Nello specifico la “qualità ambientale” ($m=2.29$) e il “clima di sicurezza” ($m=2.49$), rappresentano le valutazioni dei rispondenti nel ritenere come l'Istituto scolastico non sia sufficientemente attento al comfort e alle necessità dei propri dipendenti riguardanti la cura e l'allestimento di ambienti di lavoro puliti, salubri e accoglienti. Accanto a questo tipo di valutazione emerge inoltre come non venga percepito un adeguato “clima relativo alla sicurezza”.

Gli intervistati non si sentono inoltre sufficientemente autonomi rispetto a modalità specifiche di svolgimento del proprio lavoro, infatti la dimensione valutativa “autonomia lavorativa” ha media pari a 2.81, valore che scende ulteriormente se prendiamo in considerazione parallelamente la dimensione “orario di lavoro”, valutata come non sufficientemente flessibile; difatti la “flessibilità lavorativa” ha una media pari a 2.33.

Per quanto riguarda l'aspetto della “coesione” ($m=2.68$) e del “supporto sociale” ($m=2.59$), i lavoratori sembrano voler segnalare come la rete di relazioni e il conseguente sostegno da parte di colleghi e supervisori all'interno della specifica scuola non siano valutati particolarmente adeguati rispetto a esigenze e aspettative.

La qualità della leadership ($m=2.10$) risulta un altro aspetto particolarmente critico che sembra riguardare l'ambito delle capacità e dei comportamenti dei dirigenti scolastici, che non vengono valutati come particolarmente idonei e competenti dagli insegnanti e dal personale tecnico amministrativo.

Appare inoltre poco presente nelle valutazioni degli intervistati, una dirigenza scolastica che attribuisca alla “partecipazione dei dipendenti ai processi organizzativi e di sviluppo” ($m=2.59$) fattore di snodo, questo, per il benessere organizzativo. Per quanto riguarda l'aspetto della “carriera e competenze” ($m=2.04$), i lavoratori percepiscono deboli possibilità di pari opportunità nei percorsi di carriera, ritenendo che competenze e capacità delle persone non vengano valorizzate e valutate in maniera appropriata.

Difficoltà, inoltre, emergono anche rispetto alla componente del “ruolo” ($m=2.09$), in particolare rispetto alla mancata opportunità di poter vedere utilizzate al meglio conoscenze e capacità degli intervistati. Si legano infine sia la problematicità percepita dei criteri di “valutazione” ($m=2.41$) ritenuti debolmente obiettivi e corretti, sia uno scarso riscontro percepito di “equità nell'organizzazione” ($m=2.10$).

In controtendenza anche rispetto al campione normativo, per quanto concerne il sistema della comunicazione, si riscontra come la “qualità delle informazioni” ($m=3.54$) sia percepita come tendenzialmente adeguata: le informazioni appaiono facilmente e in breve tempo reperibili. Tuttavia la “qualità delle comunicazioni” ($m=2.50$) anche a fronte di disponibilità di informazioni segnala carenze nella sua socializzazione, soprattutto sotto condizioni di sovraccarico lavorativo.

Nel valutare la “soddisfazione” verso il proprio lavoro in generale ($m=2.40$), coerentemente con quanto sopra descritto, vengono percepite criticità su utilizzo delle com-

petenze, criteri di valutazione, modalità della supervisione e ambiente e condizioni fisiche di lavoro.

Segnaliamo tuttavia come l'ambito valutativo della "relazione lavoro-vita privata" ($m=4.00$) sia risultata una dimensione particolarmente percepita come adeguata, avendo ottenuto un punteggio più alto sia nella media generale dei soggetti sia rispetto al campione normativo. Dal nostro punto di vista, probabilmente questa area risulta essere una sorta di caratteristica "cuscinetto" che potremmo accreditare come portatrice (e in qualche misura mediatrice) di benessere: tale dimensione è risultata essere infatti la scala con il più alto punteggio positivo tra le variabili organizzative ritenute lontane dal configurarsi come fonti di tensione. Gli insegnanti come il personale tecnico amministrativo probabilmente autopercependosi sostenuti nella sfera domestica non sperimentano un conflitto con l'ambito lavorativo, che pur presenta le varie fonti di tensione che abbiamo fin qui riportato nei risultati.

Per quanto riguarda gli specifici aspetti inerenti la salute, non sono presenti situazioni di disagio di rilievo. I punteggi medi nelle quattro scale si collocano tutti sopra la media nelle sfaccettature della salute: "emotiva" ($m=4.13$), "cognitiva" ($m=4.65$), "comportamentale" ($m=4.78$) e "fisica" ($m=4.71$). Inoltre tali punteggi sono sovrapponibili a quelli del campione normativo.

Infine le strategie di *coping* evidenziano come sia il *coping* orientato al compito ($m=3.27$) che quello orientato alle emozioni ($m=3.65$) siano una caratteristica che non rientra nelle percezioni di tensione e preoccupazioni (*concern*) nei partecipanti alla ricerca rispetto alla media ottenuta dall'organizzazione. Va comunque evidenziato come il coping rappresenti una strategia individuale che non rientra tra gli aspetti organizzativi, confrontando quindi i punteggi ottenuti dai soggetti coinvolti in questo studio con quelli del

campione normativo (*coping* orientato al compito: $m=4.42$; *coping* orientato alle emozioni: $m=4.26$) notiamo una differenza significativa che può far pensare come nel contesto preso in esame non vengano attivate delle adeguate strategie di *coping* rivolte al compito o alle emozioni.

Gli Interventi richiesti

Per quanto riguarda gli interventi valutati come di primaria importanza, sono emersi in particolare come critici (cfr. Fig. 3) (i) quello centrato sul "comprendere l'organizzazione", nella particolare richiesta di intervento di esperti sull'intera organizzazione scolastica (22.2%), (ii) quello sul "sostegno alla professionalità resa nel rapporto con gli utenti/clienti interni (gli studenti)" nella particolare richiesta di orientamento e formazione sui rischi e problemi dell'età adolescenziale e sulle principali modalità per affrontarli (19%), (iii) quello sul sostegno alla "professionalità resa verso gli utenti/clienti esterni" nella specifica richiesta di attivazione di centri d'ascolto per i docenti nel migliorare il rapporto con famiglie (e studenti nel sistema familiare) (15.9%) e (iv) di "apprendimento di strategie per costruire benessere organizzativo", con la prioritaria richiesta di formazione sulle tecniche di gestione dello stress lavorativo (15.9%). È interessante sottolineare come questa proposta sia centrata nella sua dimensione spiccatamente sociale (in gruppo), e non in termini clinico/riparativi sul singolo soggetto che pur viene di seguito formulata come richiesta d'intervento di "counseling scolastico" (14.3%) di "un'equipe di psicologi a supporto dei singoli docenti" (6.3%). La richiesta di "aggiornamento e formazione su come gestire la relazione adulto-adolescente" (6.3%) di snodo nella professione docente chiude l'insieme delle necessità di intervento percepite da noi collezionate nel gruppo di intervistati.

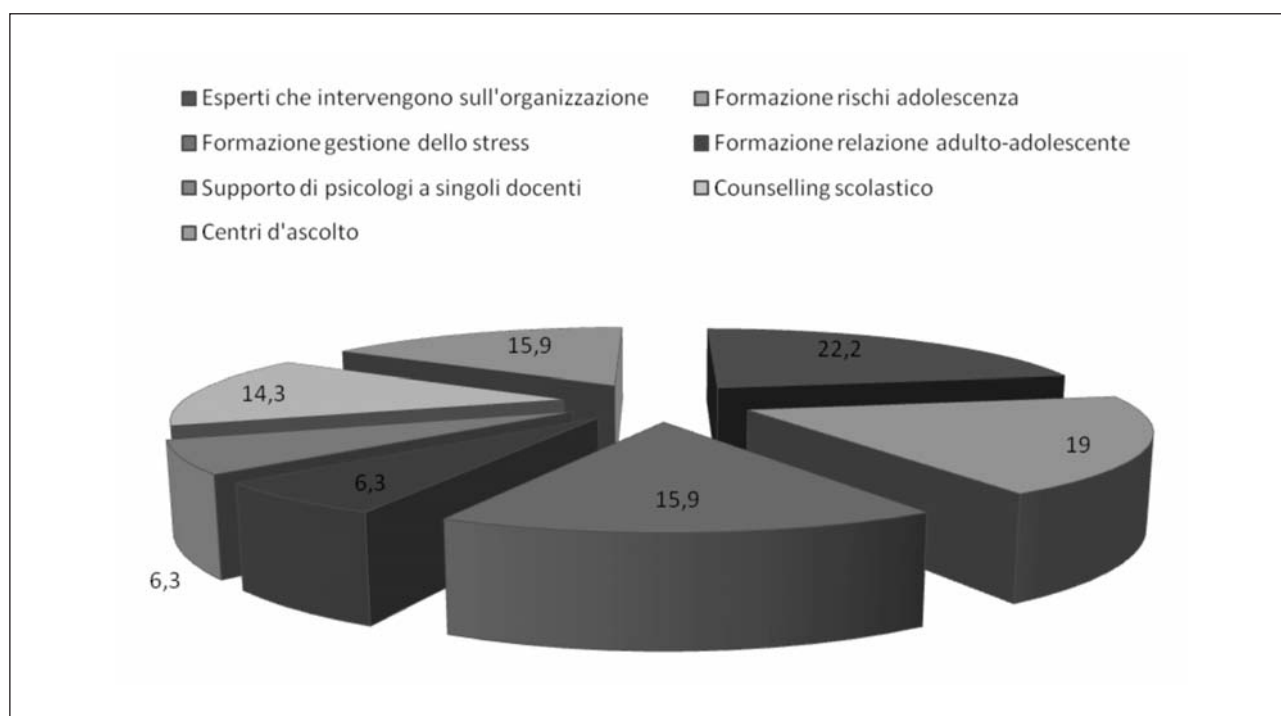


Figura 3. Percentuali relative agli interventi ritenuti di primaria importanza dai soggetti intervistati

Conclusioni

Coerentemente con la lettura psicologico sociale delle molte aree di criticità emerse (Qualità ambientale, Clima di sicurezza, Autonomia lavorativa, Flessibilità lavorativa, Coesione, Supporto sociale, Qualità della leadership, Ruolo, Qualità delle comunicazioni, Soddisfazione, ricordiamo in Tab. I) attraverso lo strumento Va.RP-M (versione per la scuola), la soluzione pratica ritenuta in assoluto prioritaria è risultata quella relativa alla prevenzione primaria, ovvero “l'intervento di esperti sull'intera organizzazione scolastica”. Questo risultato assume una sua particolare salienza quando si considerano le dimensioni ritenute maggiormente critiche, sulla base dei risultati emersi dal questionario, richiamando la necessità di approfondimenti mirati (anche con ulteriori analisi) al fine di affrontare la pianificazione della progettazione di un intervento specifico. Rileviamo, inoltre, come le risposte e le osservazioni rilasciate dai nostri intervistati hanno fatto emergere indicazioni, ineludibilmente da considerare per gli approfondimenti futuri: la maggioranza dei suggerimenti sono infatti focalizzati sulla richiesta di un (inizialmente generalizzato) miglioramento dell'organizzazione scolastica, con alcune specifiche attenzioni e richieste in particolare riguardanti l'ambito della comunicazione organizzativa.

Sottolineiamo come questo quadro, con richieste di prioritaria attenzione d'intervento su aree specifiche, compone un quadro articolato e complesso che prospetta innanzitutto come le richieste in tal senso siano inquadrare, dai nostri intervistati, in un'ottica sistemica che interconnette il “sistema scuola” in termini di responsabilità sociale articolata attorno alla consapevole resa di qualità professionale rilasciata sia all'interno dell'organizzazione, per esempio nei rapporti insegnante-allievo, in base alle numerose richieste di supporto relative a tale relazione, sia all'esterno di questa, nei rapporti con l'organizzazione famiglia, in base alla richiesta di attivazione di “centri d'ascolto” aperti anche alle famiglie degli alunni.

L'impegno ad affrontare i rischi psicosociali e lo stress da lavoro sembra quindi coinvolgere tutti gli attori dell'organizzazione e non è relegato a un'attività sporadica o limitata ad alcune delle sue componenti. Tale esigenza, infatti, si delinea a partire dalla valutazione degli aspetti di malessere, congiuntamente al quadro delle richieste di intervento, come un aspetto di snodo tale da divenire percepito e richiesto.

Nell'insieme i risultati del caso organizzativo scolastico qui presentato e discusso, sebbene con tutte le note limitazioni legate allo studio del caso singolo, portano a focalizzare come le sempre maggiori richieste indirizzate, in particolare, sulla figura degli insegnanti sembrano motivare costoro verso strategie promozionali nella richiesta di un maggiore *empowerment* volto a decodificare la complessità crescente in cui essi si trovano a operare nel ri-

chiedere l'acquisizione di competenze, in particolare sul piano relazionale.

La valenza inoltre dello strumento Va.RP-M, in questo caso idoneamente adattato per i contesti scolastici, si conferma nella sua potenza euristica nel cogliere le principali e portanti caratteristiche delle dinamiche stress lavoro-correlate in un'ottica prevenzionale e promozionale del benessere organizzativo.

Bibliografia

- 1) Avallone F, Paplomatas A. Salute organizzativa. Milano: Raffaello Cortina Editore, 2005.
- 2) Santavirta N, Solovieva S, Theorell T. The association of job strain and exhaustion in a cohort of 1,028 Finnish teachers. *Br J Educ Psychol* 2007; 77(1), 213: 228.
- 3) Magrini A, Livigni L, Neri A, Pietroiusti A, Bernabucci A, Coppeta L, Moscatelli M, Bergamaschi A. Esperienze di valutazione dello stress lavoro correlato. *G Ital Med Lav Erg Suppl* 2 2011; 337: 338.
- 4) Hart PM, Wearing AJ, Conn M, Carter NL, Dingle RK. Development of the school organisational climate. *Br J Educ Psychol* 2000; 70, 211: 228.
- 5) Cavalli A. (a cura di). Gli insegnanti di fronte al cambiamento - Seconda indagine IARD sul corpo insegnante della scuola italiana. Milano: IARD, 2000.
- 6) Capaldo N, Ronandini L. Gestire e organizzare nella scuola dell'autonomia. Trento: Erickson, 2002.
- 7) Bonetto R, Contarello A. Teachers' Social Representations Between Well Being and Burnout at School. In: Fanti KA, eds. *Applying Psychological Research to Understand and Promote the Well-being of Clinical and Non-clinical Populations*. Atene: Atiner, 2009: 117-138.
- 8) Costa P. La Scuola come sistema in trasformazione. In: Berra A, Prestipino T. (a cura di) *Sicurezza del lavoro e promozione del benessere organizzativo*. Milano: Franco Angeli, 2011.
- 9) Kyriacou C. Teacher stress: Directions for future research. *Rev Educ* 2001; 53, 27: 35.
- 10) Guglielmi SR, Tatrow K. Occupational stress, burnout, and health in teachers: A methodological and theoretical analysis. *Rev Educ Res* 1998; 68, 61: 91.
- 11) Vandenberghe R, Huberman AM. *Understanding and Preventing Teacher Burnout*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1999.
- 12) Chaplain RP. Stress and psychological distress among trainee secondary teachers in England. *Educ Psychol Rev* 2008; 28, 195: 209.
- 13) Montgomery C, Rupp AA. Meta-analysis for Exploring the Diverse Causes and Effects of Stress in Teachers. *Can Educ J* 2005; 28, 458: 486.
- 14) Schaufeli WB, Enzmann D. *The burnout companion to study and practice: A critical analysis*. London: Taylor & Francis, 1998.
- 15) Betoret FD. Stressors, Self-Efficacy, Coping Resources, and Burnout among Secondary School Teachers in Spain. *J Exp Educ* 2006; 26, 519: 539.
- 16) Aiello A, Deitingner P, Nardella C. *Il modello Valutazione dei Rischi Psicosociali "VARP". Metodologia e strumenti per una gestione sostenibile nelle micro e grandi aziende: dallo stress lavoro-correlato al mobbing*. Milano: Franco Angeli, 2012.
- 17) Yin RK. *Lo studio di caso nella ricerca scientifica*. Roma: Armando Editore, 2005.
- 18) Leka S, Cox T. *The European Framework for Psychosocial Risk Management: PRIMA-EF*. UK: I-WHO publications, 2008.
- 19) Quick JC, Quick JD, Nelson DL, Hurrell Jr JJ. *Preventive stress management in organizations*. Washington, DC, US: American Psychological Association, 1997.

Lucia Feltroni¹, Serena Monteleone¹, Lucia Petrucci¹, Ettore Carlisi¹, Bruno Mazzacane², Marco Schieppati³,
Elena Dalla Toffola¹

Potentiation of muscle strength by focal vibratory stimulation on quadriceps femoris

¹ Physical Medicine and Rehabilitation Unit I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo Foundation, Pavia, Italy

² Rehabilitation Unit, Azienda di Servizi alla Persona di Pavia, Italy

³ Department of Public Health, Experimental and Forensic Medicine, University of Pavia & Centro Studi Attività Motorie (CSAM), Fondazione Salvatore Maugeri (IRCCS), Scientific Institute of Pavia, Italy

ABSTRACT. Introduction: Several studies have investigated the effects of focal vibration on muscle strength. Non-univocal results have been found.

The aim of this study was to evaluate the effect of prolonged focal vibratory stimulation on quadriceps muscle strength at two different frequencies (80 and 300 Hz). The evaluation of muscle strength was performed at different intervals of time after the end of the vibratory stimulation in order to quantify the long-term effects and their trends over time.

Methods: Twenty-seven healthy volunteers were divided into three groups, a control group (no treatment) and two groups treated with vibratory stimulation (80 or 300 Hz) of relaxed quadriceps femoris bilaterally, once a day (30 min) for 5 consecutive days. The quadriceps' strength was measured through an isokinetic dynamometer, before and at three time intervals after the treatment, with a follow-up period of 4 weeks. The outcome measure was the Peak Torque (PT, Nm) of the quadriceps femoris produced by extension movement at three defined angular velocities and during isometric contraction.

Results: No changes in PT were observed in the control group over time, while PT increased in the treated groups. No significant difference in PT behavior was observed between these two groups. PTs recorded before and after the treatment were markedly different ($p < 0.05$), and the increase in the PT persisted until the follow-up at 4 weeks, for all angular velocities tested.

Conclusion: Prolonged vibratory stimulation of the quadriceps femoris, both at 80 and at 300 Hz, leads to an increase in muscle strength. The vibration effect does not appear to fade at the end of treatment, but persists at the follow up, suggesting a likely underlying plastic process.

The results of the current study suggest that 30-min per day, 5 day focal vibratory treatment can be helpful during the clinical practice to regain muscular strength. It does not require patient's effort during the treatment, requires a little time, its effects are long-lasting, and there are no known adverse effects.

Key words: vibration, healthy volunteers, quadriceps muscle, muscle strength, rehabilitation.

RIASSUNTO. POTENZIAMENTO DELLA FORZA MUSCOLARE ATTRAVERSO LA STIMOLAZIONE VIBRATORIA FOCALE SUL QUADRICIPITE FEMORALE. Introduzione: Molti studi hanno ricercato gli effetti della vibrazione focale sulla forza muscolare. I risultati ottenuti non sono univoci.

Lo scopo di questo studio è quello di valutare gli effetti della stimolazione con vibrazione focale sulla forza muscolare del quadricipite femorale a due differenti frequenze (80 e 300 Hz). La valutazione della forza muscolare è stata effettuata in tempi diversi dopo la fine del trattamento con vibrazione al fine di quantificare gli effetti e verificare l'andamento nel tempo degli stessi.

Introduction

Vibration of muscle tendon or muscle belly elicits consistent firing in the afferent fibres from muscle receptors (1). The afferent discharge from the spindles, particularly from the large diameter Ia fibres, elicits a plethora of effects. A slowly developing tonic vibration reflex (TVR) is often observed in the vibrated muscle (2,3). This is accompanied by decreased excitability of the monosynaptic reflex elicited in the vibrated muscle by electrical stimulation or tendon tap (4,5), likely due to enhancement of presynaptic inhibition of the reflex arc (6-8). Interestingly, trains of low-intensity electrical stimulation of the muscle nerve, targeting large diameter fibres, elicits a tonic activity similar to TVR that is accompanied instead by an increase in the motoneurone reflex excitability (9).

Not unexpectedly, vibratory stimulation of the spindles, normally signalling muscle stretch, also elicits illusions of movement (10,11). These are associated with activation of the cortical motor and parietal areas (12,13). The perception of force and the sense of effort are also modulated by vibration (14-16). Vibration therefore exerts powerful effects both at spinal and supraspinal level, targeting circuits most relevant for the control of muscle action.

Several studies investigated the effect of focal vibration on muscle strength. The results are tightly constrained by the experimental conditions. During vibration, muscles produce less force than without vibration, both in the cat and man (80 Hz) (17,18). However, Warman et al. found improvement in quadriceps strength for concentric contractions during vibration (19). Low-frequency vibration (20 Hz) may decrease the endurance of maximal and sustained isometric muscular contraction (20,21). Others have shown that vibration (150 Hz) can indeed increase muscle force, but this is dependent on duration of vibration period and fatigue status of muscle (22,23), and may depend on inhibitory effects at spinal level interfering with the efficacy of the descending command. Maximal voluntary contraction and rate of force production decreased immediately after 30 min vibration (30 Hz) of the rectus femoris (24). In the same line, Jackson and Turner (25) found reductions in maximal force and maximum rate of force generation in quadriceps following 30 minutes of

Metodi: Ventisette soggetti sani sono stati divisi in 3 gruppi, un gruppo di controllo (nessun trattamento) e due gruppi trattati con stimolazione vibratoria (80 o 300 Hz) su quadricipite femorale rilassato bilateralmente, una volta al giorno (30 minuti) per 5 giorni consecutivi. La forza muscolare è stata misurata con dinamometro isocinetico prima e a tre intervalli di tempo dopo il trattamento, con un periodo di follow up di 4 settimane complessivamente. La misura di outcome è il Peak Torque (PT, Nm) del quadricipite prodotto dal movimento di estensione di ginocchio a tre differenti velocità angolari e durante la contrazione isometrica. **Risultati:** Nessuna variazione del PT è stata evidenziata nel gruppo di controllo nel corso del tempo, mentre il PT è aumentato nei gruppi di soggetti trattati. Non è stata osservata nessuna differenza significativa nel comportamento del PT in questi due gruppi. Il PT registrato prima e dopo il trattamento è marcatamente differente ($p < 0.05$) e l'incremento del PT si mantiene al follow up a 4 settimane, per tutte le velocità angolari testate.

Conclusioni: La stimolazione vibratoria prolungata sul quadricipite femorale, sia a 80 che a 300 Hz determina un incremento della forza muscolare. Gli effetti della vibrazione non sembrano svanire al termine del trattamento, ma persistono al follow up, sottolineando un probabile sottostante processo di plasticità.

I risultati del presente studio suggeriscono che un trattamento di 30 minuti al giorno per 5 giorni con vibrazione focale possono essere utili nella pratica clinica per il recupero della forza muscolare. Il trattamento non richiede sforzo da parte del paziente, impiega poco tempo, i suoi effetti sono di lunga durata e non si conoscono effetti avversi.

Parole chiave: vibrazione, volontari sani, muscolo quadricipite, forza muscolare, riabilitazione.

continuous vibration at 30 Hz and 120 Hz (30 Hz causing the greatest effect). Non-significant effects of vibration (50 Hz) superimposed to voluntary contraction have been found on peak isometric force, peak rate of force development, rate of force development of quadriceps (26).

Significant post-training effects were found when subjects were trained three times a week for 3 weeks with voluntary contraction upon which vibration (44 Hz) was superimposed (27). Others noted that vibration (30 Hz) superimposed upon resistance training did not enhance the increase in strength induced by resistance training alone (28). On the other hand, prolonged vibration (60 Hz) superposed to tonic contraction induced lasting (30 min) plastic changes, as assessed by motor potentials (MEPs) evoked by single or paired-pulse transcranial magnetic stimulation, whereas contraction alone caused no out-lasting effects (29).

Filippi et al. (30) assessed the effects of prolonged (100 Hz, three 10-min sessions a day for 3 consecutive days) vibration treatment of the quadriceps in a group of sedentary young-elderly women, and showed that treatment improved stance control and lower limb muscle strength. Interestingly, their effects also persisted for a prolonged period of time after the end of the treatment. Brunetti et al. (31) used the same vibratory stimulation protocol in female volleyball players, and showed that treatment improved persistently muscle performance. The same authors tested the vibratory treatment in a group of postmenopausal osteoporotic women and confirmed that

three administrations per day of mechanical vibration of quadriceps (100 Hz) improved muscle performance and counteracted demineralization (32). Significant, long-lasting improvement of muscle performance and hormonal responses has been reported by Iodice et al. after 300 Hz vibration treatment (33).

There are thus several reports attesting positive effects of focal muscle vibration on the force produced by voluntary contraction of the vibrated muscle. While vibration can be detrimental when applied during contraction, after-effects of prolonged vibration treatment certainly improve force-producing capacity. However, the exploited vibration protocols differed significantly, in terms of duration, repetition rate and frequency of the vibratory trains, and status of the vibrated muscle.

Hence, the present study aimed to evaluate the effects of the vibratory stimulation on quadriceps muscle strength in healthy volunteers at two different frequencies (80 and 300 Hz). The former is the optimal frequency for spindle activation, with greater effect on firing of large afferent fibres, the latter has been less frequently administered, possibly in the absence of a strong motivating hypothesis, but seems to produce effects (33). We have therefore compared the effects of both frequencies, delivered by such vibratory apparatus in two groups of healthy young subjects. Further, the strength of the quadriceps was assessed at different time intervals after treatment to quantify long term effects and the time-course of their development.

Materials and Methods

Subjects

The study was performed on 27 healthy volunteers, 15 males and 12 females aged between 20 and 28 years (mean: 22.25; DS: 2.69). No subject had disorders of the nervous, cardiovascular or musculoskeletal systems, either past or present. All the subjects enrolled gave their informed consent for participation in this research study according to the Declaration of Helsinki. The 27 subjects were divided into 3 groups each composed by 9 subjects (4 females for each group): non-treated subjects (controls); subjects who received bilateral vibration of the quadriceps femoris muscles at a frequency of 80 Hz; and subjects who received bilateral quadriceps vibration at 300 Hz. The three groups are matched for age, sex and bodyweight.

Vibration treatment

The conditioning procedure consisted in the application of local high-intensity vibrations using the Vibra Plus apparatus (a-circle, San Pietro in Casale, Italy). This device is a tool consisting of a compressor delivering mechanical-sound waves at frequencies from 30 to 300 Hz at pressure up to 540 millibar and in a series of applicators (up to $n = 28$) to be placed on the skin above the muscle transferring locally the acoustic waves. In this investigation, three applicators were placed on the thigh, bilaterally, in correspondence with the bellies of the vastus medialis, vastus lateralis and rectus femoris muscles, and kept ad-

herent to the skin with elastic bands to ensure optimal conduction of the vibratory stimulus. Each applicator delivered a continuous train of vibration, lasting 30 min, at a peak oscillation pressure of 240 millibar. The two groups of subjects received this treatment on the same three heads of the quadriceps muscles of both legs, for the same time interval, the only difference being the frequency of vibration (80 or 300 Hz). Vibration amplitude did not change with the modification in frequency. Subjects were treated once a day for 5 consecutive days. During vibration, subjects were lying on an examination bed and their muscles were kept fully relaxed.

Examination

The tests were performed using the Cybex dynamometer (CSMi-Medical Solution, Stoughton, USA).

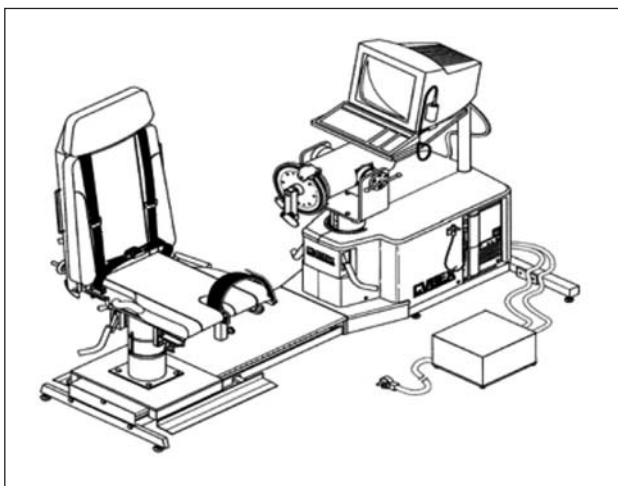


Figure 1. *Cybex dynamometer*

Prior to each test, all the subjects of the three groups carried out a warming-up series of stretching exercises of the femoral quadriceps for 10 minutes. Then, participants sat on the dynamometer seat with the trunk-thigh and the knee joint angles at 90°. The seat of the dynamometer was adjusted to match the center of rotation of the knee with that of the arm of the dynamometer. The length of the arm was adjusted to leg length, and set at the tibia's lower end. After placement of the subjects, the angle of excursion of the dynamometer arm was adjusted between full leg extension (0 deg) and maximum flexion (90 deg). Then,

subjects were asked to perform 20 movements of flexion-extension of the knee to familiarize with the procedure. The recording session was divided into four successive stages, separated by two min rest. The first 3 epochs were characterized by 5 unilateral successive flexion-extension movements knee at maximum strength at angular velocities of 60 deg/s, 120 deg/s and 180 deg/s, respectively. Tests were separated by time intervals ranging from 30s to one minute. The fourth examination consisted in a series of 5 quadriceps isometric contractions producing maximal voluntary knee extensor efforts, each lasting about three seconds. At the end of the right-leg test, we proceeded in a similar way for the left leg. Overall, the evaluation session lasted about 1 hour. The highest value of torque attained among the five repeated tests per condition was taken as index of the contraction strength. Hence, the outcome measure was the maximal Peak Torque (PT) (in Nm) of the quadriceps femoris among those produced by each extension movement and by the isometric contractions.

The Peak Torque of the quadriceps femoris muscles was assessed in all subjects at different time-periods with respect to vibration treatment. The two treated groups underwent 2 evaluations pre-treatment (T0 & T1) and 3 evaluations post-treatment (T2 to T4). The pre-treatment assessments were carried out at T0 and after 2 weeks from T0 (T1). The post-treatment evaluations were made 2-3 h after the last application of vibration (T2) and 2 and 4 weeks thereafter (T3 and T4 respectively). This is explained in the scheme of Figure 1. The subjects of the control group were evaluated at the same time as the treated subjects.

Statistics

Mean PT values and standard error of the mean (SEM) are reported in the text. Statistical analysis was performed by means of repeated-measures ANOVA on different measures of the highest single value of peak torque (PT) for each limb, subject, time-interval of assessment, and angular velocity (60-120-180°/sec of knee extension or 0°s for isometric effort). When the main effects or the interactions were significant, post-hoc analysis was performed using the Turkey's HSD Test. The level of significance was set at $p < 0.05$ for both ANOVA and post hoc comparisons. Statistics were performed by means of the software Statistica (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

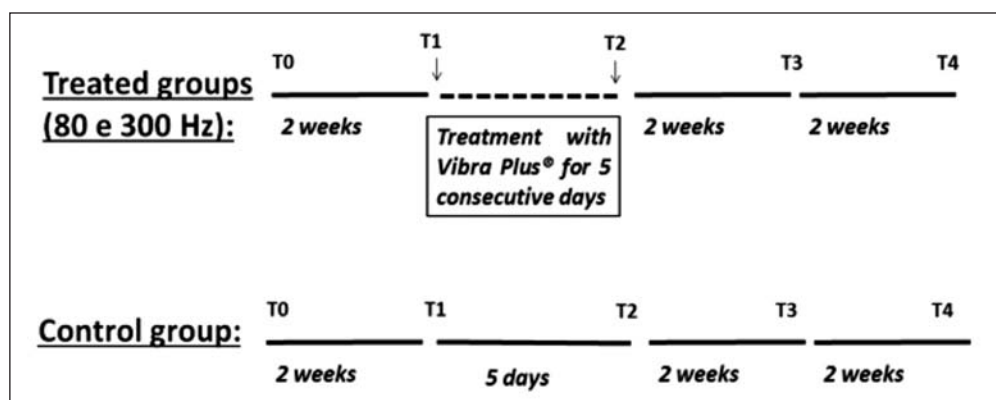


Figure 2. A display of the protocol is sketched. The timing of the evaluation periods is reported for each group. Two distinct groups received the vibration (at 80 Hz and 300 Hz, respectively). The vibration administration lasted 30 min per day

Results

The graphs in Figure 3 show a summary of the results. There was no statistical difference in the PT values of right and left leg for all angular velocities ($F(1) 0.98$, $p = 0.33$), so we took into account, for the analysis, the mean value of PT between the right and left leg.

Figure 3 shows that PTs were constant in the control group, regardless of the assessment times, but were different, as expected, as a function of the velocity of contraction. From the fastest extension to the isometric effort (0 deg/s), PT almost doubled. This pattern was stable at all assessment times. Moreover, in the two treated groups (80 and 300 Hz vibration frequency), PTs were not significantly different at T0 and T1 for all four velocities, while they increased at T2, T3 and T4.

Overall, PTs clearly increased in the treated groups all along the assessment times, with the same trend in both groups. Indeed, ANOVA for repeated measures showed a significant difference between the four angular velocities ($F(3) 191.73$, $p < 0.001$) and between times of evaluation ($F(4) 22.59$, $p < 0.001$) in both treated groups. There were also significant interactions between the time of evaluation and group ($F(8, 96) 7.06$, $p < 0.001$), between angular velocity and time of evaluation ($F(12, 288) 8.47$, $p < 0.001$) and between angular velocity, time of evaluation and group ($F(24, 288) 2.02$, $p = 0.004$). The comparison between the two tested groups (80 and 300 Hz vibration frequency) revealed no significant difference ($F(1, 16) 0.38$, $p = 0.54$).

In the 80 Hz group, the post-hoc test showed a difference in the PTs recorded at T2, T3 and T4 assessment times with respect to T0 and T1, for all angular velocities ($p < 0.05$ for all paired comparison). Within the 300 Hz tested group, the post-hoc test showed a difference between the PTs recorded at T3 and T4 assessment time with respect to T0 and T1 for $120^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$, and for PTs recorded at T2, T3 and T4 assessment times with respect to T0 and T1 for the other angular velocity $0^\circ/\text{s}$ and $120^\circ/\text{s}$.

Notably, there was a mean improvement of PTs of about 30 Nm between the T1 and T3 assessment times. Interestingly, in the two tested groups, at the T4 assessment

time, there was a further improvement of PTs value with respect to T3 ($p < 0.05$) for all the angular velocity except for $120^\circ/\text{s}$ in the 80 Hz group. In this case, PT value remained stable.

Discussion

In the present study we showed that the peak torque (PT) produced by maximal voluntary contraction (MVC) under three isokinetic and one isometric contractions decreased linearly with increasing angular velocity. This was expected based on old and recent papers (34,35). Since there was no difference ($p = 0.33$) between the PT data collected for the right and left leg, we did not consider the side variable in the assessment of the treatment effects. Importantly, there was no difference in the PT of the control group (no treatment) across the five testing periods (falling in a range of seven weeks). On the one hand, this suggests a good repeatability of the isokinetic measurements (36), on the other, it bears witness to the absence of peak force enhancement solely due (no vibration) to the repetition of the isokinetic and isometric efforts (five trials per day per 5 testing sessions) or to improved motor skill coordination (37). These mechanisms might be responsible just for the inconstant increase in peak torque observed at the second testing session with respect to the first one, in all three subject groups, prior to any treatment.

Investigation of the mechanisms responsible for the increased muscle strength after vibratory stimulation was warranted, because of the controversial findings in the literature. Firstly, the aftereffects of prolonged proprioceptive stimulation on contraction force appear to be as diverse and complex and capable to affect many nervous functions, as those found during stimulation (38,39). A recent review paper attempts to list and discuss several of these effects, which include illusions of motion, postural imbalance, and disorders of orientation, and alteration in self-motion perception (40). Of major interest is that aftereffects can last well beyond the end of the vibratory stimulation. When it comes to contraction force, a recent animal investigation has shown that vibration (45 Hz) improves muscle contractility and force in mice with no ad-

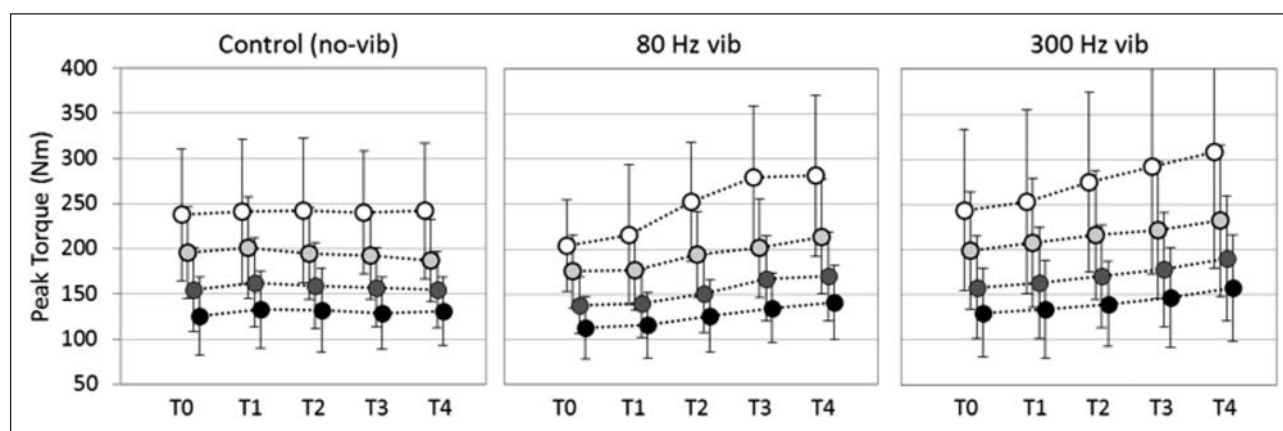


Figure 3. Mean and SD of the PTs recorded during the extension phase of the knee for all groups of subjects and contraction velocities, and for all assessment times. White spot: $0^\circ/\text{s}$; light grey spot: $60^\circ/\text{s}$; grey spot: $120^\circ/\text{s}$; black spot: $180^\circ/\text{s}$

verse effects to muscle function or cellular adaptations (41). In man, immediately after one bout (30 s) of 100 Hz vibration, maximal voluntary contraction may be reduced (42). However, repeating the vibratory stimulation in successive days can produce definite effects on muscle strength (43-45).

In our study the linear decrease of PT with increasing angular velocity was common to the three subject groups (no vibration treatment, 80 Hz vibration, 300 Hz vibration) and to the time-intervals of testing. Since there was no interaction ($p = 0.75$) between velocity and group, one can safely conclude that a vibration treatment of 30 minutes for 5 consecutive days (both frequencies) did not alter the fundamental force-velocity relationship of the quadriceps muscle.

Most interestingly, the vibration treatment increased the peak-torque value by about 30 Nm, computed as the average of the increment of the final values measured at T4 of the two treated groups. This increment is close to that observed as a consequence of electrical stimulation or short-term isokinetic and isotonic training in athletes, and is much larger than that observed after a single training session of two bouts of 5-maximal isokinetic contractions (46-48). Of note, this sizeable increase in force was obtained in spite of the vibrated muscles being fully relaxed during vibration.

Relevant to the working hypothesis is the absence of significant difference in the vibration effects between the two treated groups. The use of both 80 Hz and 300 Hz induced similar increments in peak torque, regardless of the leg, velocity or time of testing after the end of the vibratory treatment. The percent increment of peak torque as assessed at T4 (four weeks after the end of the treatment) was similar for the 80 Hz and 300 Hz group, ranging from 5 to 10 percent of the pre-treatment values, generally smaller for the 60 deg/s and larger for the isometric contraction. This similar effect of the two vibration frequencies may be not unexpected. A one-to-one firing of the Ia spindle afferent fibres can be elicited in response to up to 200 Hz vibration frequency according to diverse animal and human studies (49,50). Beyond that frequency, failure of some spindles to regularly follow the one-to-one ratio could be anticipated, due to the refractory period of the action potential when frequency increases above the optimal value (49). However, the ensemble volley originating from the muscle as a whole (from the entire population of the activated spindles) may overall not decrease, because the trough in the afferent train of a spindle may be well compensated by peaks, though short-lasting, of high frequency discharge of some other spindles. As a corollary, it would seem that, in order to produce the force-enhancing effect, the afferent discharge need not be steady, as it should be with frequencies around 80-100 Hz, because it is unlikely that 300 Hz induces a steady frequency of 300 Hz discharge in the spindle afferent fibres. As a non-alternative explanation, even in the case that the total spindle firing elicited by 300 Hz could eventually be stronger (higher discharge frequency and higher number of vibration-sensitive spindles) than that elicited by 80 Hz, one could speculate that sort of a ceiling effect ensues in the increment of force

production, and justifies the non-superior outcome of the 300-Hz over 80-Hz vibration treatment. In fact, post-treatment peak torques reached, in our physically unfit subjects, values as high as 300 Nm, namely values not much below those recorded in athletes (51).

Also when considering the duration of the muscle potentiation after treatment, 80 Hz or 300 Hz showed a substantial similarity. We did not assess the persistence of the potentiation beyond four weeks, though. This would be advisable, because after four weeks potentiation was still on the rise, although the rate of change was weaker, in spite of our subjects being not involved in any maintenance scheme. Of course, we do not know the potential effect of the testing session at the 2nd week *per se* onto the measurements at the 4th week, but we would presume that only one recording session per week should be ineffective in augmenting prior strength gains (52). Of note, Pietrangelo et al. (53) evaluated the effects of focal vibration (300 Hz) on skeletal muscle trophism in a group of elderly volunteers diagnosed with sarcopenia, and showed that vibration was effective in reducing the loss of muscle mass in these persons. They revealed consistently high values of muscle strength in follow-up measurements until 16 weeks after the end of training. The intensity of their vibration treatment was lower, but its overall duration longer than that used in our study, so that the two studies might be reasonably compared. They found that vibration training induced several changes at the muscle molecular level, including up-regulation of genes encoding sarcomeric proteins. This might explain our slow build-up of strength and the persistence of the effects.

A recent study compared two different frequencies of focal vibration and showed an increase in upper limb motor performance, in terms of number of repetitions, mean velocity, peak velocity, in two groups of healthy subjects treated with focal vibration at 100 and 200 Hz; however, significant levels were reached only in the group receiving the higher frequency (54). We would not claim that 80 Hz and 300 Hz are completely equivalent and can equally be employed when muscle potentiation is searched. The effects found here have been obtained with vibration applied to relaxed muscles, but it is known that voluntary contraction enhances the response to vibration and that vibration treatment is more effective when the vibration train is superimposed to a contracted muscle (30,32,55,56). It would be appropriate to repeat the present experiments searching for differences between low and high vibration frequency and for interaction between frequency and muscle state.

Conclusion

In conclusion, we have shown that a vibration treatment, applied by means of three applicators put onto three heads of the quadriceps, and featuring a 80 Hz or 300 Hz vibration train lasting 30 min every day for 5 days, induces remarkable gains in quadriceps strength during maximal isometric or isokinetic contractions. The entity of the effect is comparable to that reported in the literature on

other types of force training. The steady increase in muscle force in the three subsequent measurements after the vibration administration suggests a complex underlying plastic process. We would conclude that this mechanical treatment is useful to regain muscular strength. Current standard treatment for reducing structural and functional losses of muscle mass for immobilized patients is neuromuscular electric stimulation, although evidence of its efficacy is inconclusive (57-60). The focal vibration stimulation does not require patient's collaboration, it requires a reasonably short period, its effects are long-lasting, and there is no known or conceivable adverse effect. This treatment can be significant in the clinical practice, in particular for patients with prolonged bed rest. Focal vibration stimulation might become a potent supplement or alternative for neuromuscular electric stimulation, if the results of this study on healthy volunteers could be reproducible in patients as well; so further studies are necessary to investigate the effects on patients. Not unlikely, positive effects could be achieved with treatments of even shorter duration, but further studies are required.

Acknowledgements

MS was supported in part by the Ricerca Finalizzata grants (GR-2009-1471033 and RF-2011-02352379) from the Italian Ministry of Health and by the PRIN grants (2009JMMYFZ and 2010MEFNF7) from the Italian Ministry of University.

An outline of this study was presented at the XV Congress of Italian Society of Physical and Rehabilitation Medicine (SIMFER) in Oct. 2015, Ferrara, Italy.

References

- Matthews, Peter BC. Mammalian muscle receptors and their central actions. *Am J Phys Med Rehabil* 1974; 53(3): 143-144.
- Lance JW. The mechanism of reflex irradiation. *Proc Aust Assoc Neurol* 1965; 3: 77-81.
- Hagbarth KE, Eklund G. Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Res* 1966; 2(2): 201-3.
- Gillies JD, Lance JW, Neilson PD, et al. Presynaptic inhibition of the monosynaptic reflex by vibration. *J Physiol* 1969; 205(2): 329-39.
- Van Boxtel A. Differential effects of low-frequency depression, vibration-induced inhibition, and posttetanic potentiation on H-reflexes and tendon jerks in the human soleus muscle. *J Neurophysiol* 1986; 55(3): 551-68.
- Schieppati M, Crenna P. From activity to rest: gating of excitatory autogenetic afferences from the relaxing muscle in man. *Exp Brain Res* 1984; 56(3): 448-57.
- Hultborn H, Meunier S, Morin C, Pierrot-Deseilligny E. Assessing changes in presynaptic inhibition of Ia fibres: a study in man and the cat. *J Physiol* 1987; 389: 729-56.
- Schieppati M. The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Prog Neurobiol* 1987; 28(4): 345-76.
- Decandia M, Schieppati M, Rossini BM. Tonic contraction of calf muscles by non-tetanic stimulation of popliteal nerve in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1974; 37(3): 299-300.
- Goodwin GM, McCloskey DI, Matthews PB. The contribution of muscle afferents to kinaesthesia shown by vibration induced illusions of movement and by the effects of paralysing joint afferents. *Brain* 1972; 95(4): 705-48.
- Roll JP, Vedel JP, Ribot E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. *Exp Brain Res* 1989; 76(1): 213-22.
- Naito E, Ehrsson HH, Geyer S, et al. Illusory arm movements activate cortical motor areas: a positron emission tomography study. *J Neurosci* 1999; 19(14): 6134-44.
- Romaiguère P, Anton JL, Roth M, et al. Motor and parietal cortical areas both underlie kinaesthesia. *Brain Res Cogn Brain Res* 2003; 16(1): 74-82.
- Cafarelli E, Kostka CE. Effect of vibration on static force sensation in man. *Exp Neurol* 1981; 74(2): 331-40.
- Jones LA, Hunter IW. Effect of muscle tendon vibration on the perception of force. *Exp Neurol* 1985; 87(1): 35-45.
- Brooks J, Allen TJ, Proske U. The senses of force and heaviness at the human elbow joint. *Exp Brain Res* 2013; 226(4): 617-29.
- Ljung B, Hallböök M, Sivertsson R, et al. Oxygen consumption and contractile force during vibrations of cat soleus muscle. *Acta Physiol Scand* 1977; 100(3): 347-53.
- Färkkilä M, Pyykkö I, Korhonen O, et al. Vibration-induced decrease in the muscle force in lumberjacks. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980; 43(1): 1-9.
- Warman, G, Humphries, B & Purton, J. The effects of timing and application of vibration on muscular contractions. *Aviation Space and Environmental Medicine* 2002; 73(2): 119-127.
- Samuelson B, Jorfeldt L, Ahlborg B. Influence of vibration on endurance of maximal isometric contraction. *Clin Physiol* 1989; 9(1): 21-25.
- Barnes MJ, Perry BG, Mündel T, et al. The effects of vibration therapy on muscle force loss following eccentrically induced muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112(3): 1189-94.
- Bongiovanni LG, Hagbarth KE. Tonic vibration reflexes elicited during fatigue from maximal voluntary contractions in man. *J Physiol* 1990; 423: 1-14.
- Bongiovanni LG, Hagbarth KE, Stjernberg L. Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. *J Physiol* 1990b; 423: 15-26.
- Kouzaki M, Shinohara M, Fukunaga T. Decrease in maximal voluntary contraction by tonic vibration applied to a single synergist muscle in humans. *J Appl Physiol* (1985) 2000; 89(4): 1420-4.
- Jackson SW, Turner DL. Prolonged muscle vibration reduces maximal voluntary knee extension performance in both the ipsilateral and the contralateral limb in man. *Eur J Appl Physiol* 2003; 88(4-5): 380-6.
- Humphries B, Warman G, Purton J, et al. The Influence of Vibration on Muscle Activation and Rate of Force Development during Maximal Isometric Contractions. *J Sports Sci Med* 2004; 3(1): 16-22.
- Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci* 1994; 12(6): 561-6.
- Carson RG, Popple AE, Verschuere SM, et al. Superimposed vibration confers no additional benefit compared with resistance training alone. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20(6): 827-33.
- Christova M, Rafolt D, Mayr W, et al. Vibration stimulation during non-fatiguing tonic contraction induces outlasting neuroplastic effects. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; 20(4): 627-35.
- Filippi GM, Brunetti O, Botti FM, et al. Improvement of stance control and muscle performance induced by focal muscle vibration in young-elderly women: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90(12): 2019-25.
- Brunetti O, Botti FM, Roscini M, et al. Focal vibration of quadriceps muscle enhances leg power and decreases knee joint laxity in female volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2012; 52(6): 596-605.
- Brunetti O, Botti FM, Brunetti A, et al. Effects of focal vibration on bone mineral density and motor performance of postmenopausal osteoporotic women. *J Sports Med Phys Fitness* 2015; 55(1-2): 118-27.
- Iodice P, Bellomo RG, Gialluca G, et al. Acute and cumulative effects of focused high-frequency vibrations on the endocrine system and muscle strength. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111(6): 897-904.
- Ingemann-Hansen T, Halkjaer-Kristensen J. Force-velocity relationships in the human quadriceps muscles. *Scand J Rehabil Med* 1979; 11(2): 85-9.
- Fontana Hde B, Roesler H, Herzog W. In vivo vastus lateralis force-velocity relationship at the fascicle and muscle tendon unit level. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24(6): 934-40.

- 36) Guilhem G, Giroux C, Couturier A, et al. Validity of trunk extensor and flexor torque measurements using isokinetic dynamometry. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24(6): 986-93.
- 37) Ramsay JA, Blimkie CJ, Smith K, et al. Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22(5): 605-14.
- 38) Former-Cordero A, Steyvers M, Levin O, Alaerts K, et al. Changes in corticomotor excitability following prolonged muscle tendon vibration. *Behav Brain Res* 2008; 190(1): 41-9.
- 39) Cochrane DJ. The Acute Effect of Direct Vibration on Muscular Power Performance in Master Athletes. *Int J Sports Med* 2016; 37(2): 144-8.
- 40) Pettorossi VE, Panichi R, Botti FM, et al. Long-lasting effects of neck muscle vibration and contraction on self-motion perception of vestibular origin. *Clin Neurophysiol* 2015; 126(10): 1886-900.
- 41) McKeehen JN, Novotny SA, Baltgalvis KA, et al. Adaptations of mouse skeletal muscle to low-intensity vibration training. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45(6): 1051-9.
- 42) Ushiyama J, Masani K, Kouzaki M, et al. Difference in aftereffects following prolonged Achilles tendon vibration on muscle activity during maximal voluntary contraction among plantar flexor synergists. *J Appl Physiol* (1985) 2005; 98(4): 1427-33.
- 43) Rabini A, De Sire A, Marzetti E, et al. Effects of focal muscle vibration on physical functioning in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2015; 51(5): 513-20.
- 44) Blottner D, Salanova M, Püttmann B, et al. Human skeletal muscle structure and function preserved by vibration muscle exercise following 55 days of bed rest. *Eur J Appl Physiol* 2006; 97(3): 261-71.
- 45) Casale R, Ring H, Rainoldi A. High frequency vibration conditioning stimulation centrally reduces myoelectrical manifestation of fatigue in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19(5): 998-1004.
- 46) Eriksson E, Häggmark T, Kiessling KH, et al. Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1981; 2(1): 18-22.
- 47) Golik-Peric D, Drapsin M, Obradovic B, et al. Short-term isokinetic training versus isotonic training: effects on asymmetry in strength of thigh muscles. *J Hum Kinet* 2011; 30: 29-35.
- 48) Oliveira AS, Corvino RB, Gonçalves M, et al. Effects of a single habituation session on neuromuscular isokinetic profile at different movement velocities. *Eur J Appl Physiol* 2010; 110(6): 1127-33.
- 49) Burke D, Hagbarth KE, Löfstedt L, et al. The responses of human muscle spindle endings to vibration of non-contracting muscles. *J Physiol* 1976a; 261(3): 673-93.
- 50) Roll JP, Vedel JP. Kinaesthetic role of muscle afferents in man, studied by tendon vibration and microneurography. *Exp Brain Res* 1982; 47(2): 177-90.
- 51) Zvijac JE, Toriscelli TA, Merrick S, et al. Isokinetic concentric quadriceps and hamstring strength variables from the NFL Scouting Combine are not predictive of hamstring injury in first-year professional football players. *Am J Sports Med* 2013; 41(7): 1511-8.
- 52) Blimkie CJ. Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can J Sport Sci* 1992; 17(4): 264-79.
- 53) Pietrangelo T, Mancinelli R, Toniolo L, et al. Effects of local vibrations on skeletal muscle trophism in elderly people: mechanical, cellular, and molecular events. *Int J Mol Med* 2009; 24(4): 503-12.
- 54) Aprile I, Di Sipio E, Germanotta M, et al. Muscle focal vibration in healthy subjects: evaluation of the effects on upper limb motor performance measured using a robotic device. *Eur J Appl Physiol* 2016 Apr; 116(4): 729-37.
- 55) Burke D, Hagbarth KE, Löfstedt L, et al. The responses of human muscle spindle endings to vibration during isometric contraction. *J Physiol* 1976b; 261(3): 695-711.
- 56) Fattorini L, Ferraresi A, Rodio A, et al. Motor performance changes induced by muscle vibration. *Eur J Appl Physiol* 2006; 98(1): 79-87.
- 57) Dirks ML, Wall BT, Snijders T, Ottenbros CL, Verdijk LB, van Loon LJ. Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle disuse atrophy during leg immobilization in humans. *Acta Physiol (Oxf)*. 2014 Mar; 210(3): 628-41.
- 58) Vaz MA, Baroni BM, Geremia JM, Lanferdini FJ, Mayer A, Arampatzis A, Herzog W. Neuromuscular electrical stimulation (NMES) reduces structural and functional losses of quadriceps muscle and improves health status in patients with knee osteoarthritis. *J Orthop Res*. 2013 Apr; 31(4): 511-6.
- 59) Dirks ML, Hansen D, Van Assche A, Dendale P, Van Loon LJ. Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle wasting in critically ill comatose patients. *Clin Sci (Lond)*. 2015 Mar; 128(6): 357-65.
- 60) Williams N, Flynn M. A review of the efficacy of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. *Physiother Theory Pract*. 2014 Jan; 30(1): 6-11.

Correspondence: Lucia Feltroni, Policlinico San Matteo, viale Golgi 19, Italy, Tel. 340 3837631, E-mail: lucia.feltroni@gmail.com

Silvia Scevola¹, Marco Mario Tresoldi^{2,3}, Angela Faga^{1,3,4}

Rigenerazione e Riabilitazione Esperienza di chirurgia plastica in un centro di riabilitazione

¹ Centro di ricerca interdipartimentale Tecnologie Applicate alla Medicina Rigenerativa e alla Chirurgia Induttiva (TAMeRiCI), Università degli Studi di Pavia, Italia

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

³ Unità di Chirurgia Plastica, IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia, Italia

⁴ Dipartimento di Medicina Molecolare, Università degli Studi di Pavia, Italia

RIASSUNTO. La Chirurgia Rigenerativa ha come obiettivo la rigenerazione di strutture e funzioni del corpo perdute per le più svariate ragioni e si avvale attualmente di quattro sostanziali modalità applicative: le energie fisiche, i biomateriali, i prodotti cellulari e le cellule staminali. Oggetto di questo studio è la presentazione delle moderne possibilità riabilitative della Chirurgia Plastica Rigenerativa, ricavate dalla disamina delle problematiche chirurgiche riabilitative trattate nell'Unità di Chirurgia Plastica dell'Università di Pavia, Istituti Clinici Scientifici Salvatore Maugeri dal 2007 al 2017, con tecniche rigenerative: le gravi perdite di sostanza acute, le ulcere croniche, le cicatrici disabilitanti e patologie degenerative a varia eziologia.

Le metodiche rigenerative rappresentano una realtà consolidata della corrente offerta terapeutica di una moderna Unità di Chirurgia Plastica. Tali metodiche possono essere impiegate sia come opzione esclusiva in caso di controindicazione clinica assoluta agli interventi chirurgici ricostruttivi tradizionali, sia come alternativa ad un trattamento chirurgico standard per ottenere il medesimo risultato con una invasività considerevolmente minore, che in abbinamento a metodiche chirurgiche di minore entità per ridurre l'invasività della procedura terapeutica complessiva.

Parole chiave: rigenerazione, chirurgia plastica, guarigione delle ferite, cicatrici.

ABSTRACT. REGENERATION AND REHABILITATION. PLASTIC SURGERY PRACTICE IN A REHABILITATION CENTRE. Regenerative Surgery aims at the restoration of the loss of structures and functions of the body using four innovative approaches: physical energies, biomaterials, cell products and stem cells. The Authors provide an overview of their experience with Regenerative Surgery procedures at the Plastic Surgery Unit of the University of Pavia, Istituti Clinici Scientifici Salvatore Maugeri, in a 10 years period, from 2007 to 2017, for the treatment of extensive acute soft tissue loss, chronic ulcers, disabling scars and degenerative pathologies with different aetiology. Regenerative Surgery is a well-established and effective practice in a modern Plastic Surgery Unit. Regenerative methods are effectively used both as exclusive options in case of absolute contraindication to traditional surgery and as alternative to the latter in order to provide the same outcome with less invasiveness or in combination with minor traditional surgical procedures to reduce the overall surgical burden.

Key words: regeneration, rehabilitation, plastic surgery, wound healing, scar.

Introduzione

L'incremento delle aspettative di vita, le nuove frontiere della chirurgia demolitiva, il miglioramento delle tecniche rianimatorie, portano attualmente alla sopravvivenza di un maggior numero di pazienti un tempo destinati a più precoce morte, ma nel contempo determinano aumento del numero di persone con bisogni riabilitativi. La riabilitazione si definisce come quella branca della medicina il cui fine è il recupero di una funzione compromessa così contribuendo significativamente al miglioramento della qualità di vita della persona. Essa costituisce una componente prioritaria ed irrinunciabile delle moderne procedure mediche e chirurgiche, affinché i successi terapeutici non siano limitati alla mera sopravvivenza ma comportino il miglior prosieguo possibile di una vita dignitosa, con relazioni personali gratificanti e pieno reinserimento nel contesto sociale.

La Chirurgia Plastica, che è arte antica ma scienza giovane ed in costante evoluzione, nasce proprio come chirurgia del recupero funzionale, dapprima soprattutto per la riabilitazione dei mutilati di guerra, più recentemente ancor più per sanare i postumi di traumi complessi a varia eziologia e della chirurgia oncologica demolitiva (1).

Tradizionalmente la Chirurgia Plastica attinge le proprie risorse ricostruttive dal corpo stesso per il tramite di trasferimenti tissutali sotto forma di innesti o trapianti cui, in epoca recente, si sono aggiunti gli impianti, materiali estranei che, inseriti nel corpo umano, ne sostituiscono o supportano strutture e/o funzioni.

I progressi della Chirurgia Plastica delle ultime decadi del secolo scorso avevano permesso la ricostruzione per sostituzione con livelli straordinariamente crescenti di raffinatezza tecnica, raggiungendo il limite del non ulteriormente perfezionabile (2,3).

In epoca recentissima, sotto la spinta dei progressi della ricerca scientifica in ambito biologico, si è assistito all'avvento di una nuovissima branca nell'ambito delle scienze mediche, la Chirurgia Rigenerativa, che ha come obiettivo la rigenerazione di strutture e funzioni del corpo perdute per le più svariate ragioni. Tale avvento ha segnato l'inizio di una autentica rivoluzione culturale nella Chirurgia Plastica: il passaggio dalla riparazione per sostituzione a quella per rigenerazione (4-6). L'ambizioso obiet-

tivo della rigenerazione *quo ante* di strutture e funzioni del corpo umano è naturalmente ben lungi dall'essere raggiunto, tuttavia un numero crescente di possibilità applicative già ad oggi concretamente permette la stimolazione della rigenerazione tissutale.

La Chirurgia Rigenerativa contemporanea si avvale di quattro sostanziali modalità applicative: le energie fisiche, i biomateriali, i prodotti cellulari e le cellule staminali (7).

Oggetto di questo studio è la presentazione delle moderne possibilità riabilitative della Chirurgia Plastica Rigenerativa, ricavate dalla disamina delle problematiche chirurgiche riabilitative della nostra corrente pratica clinica trattate con tecniche rigenerative: le gravi perdite di sostanza acute, le ulcere croniche, le cicatrici disabilitanti e patologie degenerative a varia eziologia.

Materiali e Metodi

Lo studio si basa sull'analisi retrospettiva dell'impiego delle diverse metodiche rigenerative finalizzate a trattare patologie disabilitanti nell'Unità di Chirurgia Plastica dell'Università di Pavia, Istituti Clinici Scientifici Salvatore Maugeri dal 2007 al 2017.

Sono stati inclusi nello studio pazienti portatori di gravi perdite di sostanza acute, ulcere croniche, cicatrici disabilitanti e patologie degenerative a varia eziologia trattati con procedure di chirurgia rigenerativa per controindicazione assoluta o relativa ai trattamenti ricostruttivi tradizionali.

Per quanto riguarda l'impiego delle energie fisiche abbiamo preso in considerazione i pazienti portatori di lesioni da pressione o ferite difficili trattate con la terapia a pressione negativa e i pazienti portatori di cicatrici inveterate trattate con un protocollo combinato di radiofrequenza, terapia a pressione negativa e stimolazioni elettriche (Biodermogenesi®).

Per quanto riguarda l'impiego dei biomateriali abbiamo preso in considerazione i pazienti portatori di perdite di sostanza cutanea trattate con sostituti cutanei e/o con feltri di acido ialuronico.

Quanto ai prodotti cellulari, abbiamo incluso nel nostro studio i pazienti portatori di lesioni da pressione e/o

ferite difficili trattate con fattori di crescita di derivazione piastrinica.

Infine, abbiamo considerato i casi di ferite difficili, cicatrici disabilitanti e patologie degenerative trattate con le cellule staminali di derivazione adiposa.

Risultati

Nel periodo di studio sono stati trattati con metodiche rigenerative un totale di 419 pazienti (Tabella I).

La terapia a pressione negativa è stata impiegata in un totale di 82 casi di ulcere croniche, di cui 30 lesioni da pressione e 52 ferite difficili. In tale ambito è stata una scelta obbligata in 24 casi nei quali sussisteva la controindicazione clinica assoluta all'intervento chirurgico ricostruttivo tradizionale, rappresentando, così, l'unica opzione terapeutica possibile. Essa ha trovato impiego in 42 casi come alternativa ad un trattamento chirurgico ricostruttivo tradizionale allo scopo di ottenere il medesimo risultato con una invasività chirurgica considerevolmente minore. La terapia a pressione negativa è stata, infine, impiegata in 16 casi in combinazione con trattamenti chirurgici tradizionali di minore entità allo scopo di ridurre l'invasività della procedura terapeutica complessiva. Il trattamento ha portato a piena guarigione in 54 casi; negli altri 28 casi ha comunque consentito di la crescita di sufficiente tessuto di granulazione adeguato ad essere ricoperto da un innesto sottile o a permettere la guarigione per terza intenzione (Figura 1).

L'associazione sequenziale di radiofrequenza monopolare capacitiva, stimolazione elettrica e pressione negativa è stata impiegata in 25 cicatrici inveterate permettendone il miglioramento del colorito, l'appianamento delle rugosità superficiali, l'incremento dell'elasticità ed il netto miglioramento della sintomatologia algica soggettiva (8).

I biomateriali utilizzati sono consistiti in due diverse tipologie di prodotti: sostituti cutanei, costituiti da uno strato profondo bioattivo destinato a fungere da scaffold e substrato per la rigenerazione connettivale ricoperto da uno strato inerte superficiale di silicone destinato a fungere da barriera provvisoria simil-epidermica, e feltri di acido ialuronico stabilizzato.

Tabella I. Sinopsi del campione per classi di patologia e trattamenti di chirurgia rigenerativa

		Gravi perdite di sostanze acute	Ulcere croniche	Cicatrici disabilitanti	Patologie degenerative a varia eziologia	TOTALE
Energie fisiche	TPN		82			107
	Biodermogenesi®			25		
Biomateriali	Sostituti dermici	116		11		138
	Feltri acido ialuronico	11				
Prodotti cellulari	PG		8			41
	PRP		33			
Cellule staminali	Lipofilling		40	88	5	133
TOTALE		127	163	124	5	419

Legenda: TPN: terapia a pressione negativa; PG: gel piastrinico; PRP: plasma arricchito di piastrine



Figura 1. A) Ferita post-traumatica con necrosi a pieno spessore dei tessuti molli della regione pretibiale superiore sinistra. B) Debridement chirurgico in tessuto sano con esposizione dell'osso tibiale. C) Applicazione di terapia a pressione negativa. D) Proliferazione di tessuto di granulazione dopo 2 settimane di applicazione di terapia a pressione negativa. E) Risultato finale dopo copertura con innesto dermo-epidermico sottile

I sostituti cutanei sono stati impiegati per riparare 116 perdite di sostanza cutanea a diversa eziologia ottenendo regolarmente la rigenerazione di un tessuto derma-like anche in perdite di sostanza estremamente ampie e profonde con esposizione di tessuti a scarsa vitalità, quali l'osso, le cartilagini ed i tendini privi rispettivamente del periostio, del pericondrio e del paratenon. In 11 casi i sostituti sono stati impiegati per ricostruire le perdite di sostanza conseguenti allo sbrigliamento di cicatrici gravemente invalidanti. Sul tessuto così rigenerato è stato successivamente possibile innestare un innesto dermo-epidermico sottile, riducendo così significativamente la complessità chirurgica necessaria alla riparazione del difetto (Figura 2).

I feltri di acido ialuronico sono stati, invece, impiegati per indurre la guarigione spontanea di 11 perdite di sostanza acute collocate in aree corporee ad alta valenza estetica ottenendo una riparazione esteticamente brillante di difetti non risolvibili con pari efficacia dalla chirurgia tradizionale (9).

Quanto ai prodotti cellulari, nella nostra attività abbiamo fatto ricorso regolarmente ai fattori di crescita di

derivazione piastrinica, omologa ed autologa, nella forma di gel piastrinico o plasma arricchito di piastrine (PRP). Con il gel piastrinico omologo abbiamo trattato 8 lesioni da pressione, resistenti ad altri trattamenti convenzionali ove ha dimostrato la capacità di indurre una precoce proliferazione del tessuto di granulazione (10).

Il plasma arricchito di piastrine (PRP) è stato impiegato in 33 casi di ferite difficili a varia eziologia ottenendo una analoga risposta proliferativa (Figura 3).

Le cellule staminali sono state regolarmente derivate dal tessuto adiposo sottocutaneo ed innestate insieme con la loro nicchia di adipociti nativi (lipofilling) in 133 casi, di cui 40 ulcere croniche, 88 cicatrici disabilitanti e 5 patologie degenerative. Esse hanno permesso il miglioramento del trofismo tissutale in aree instabili grazie al loro potente stimolo rigenerativo. Nelle cicatrici retraenti si è ottenuta una favorevole modulazione delle forze di tensione intrinseca, con diminuzione della retrazione e miglioramento della qualità della cute sovrastante; nei gravi dismorfismi post-traumatici della pianta del piede è stato recuperato un appoggio plantare fisiologico, sia statico che dinamico (11); nelle patologie osteo-articolari infiam-

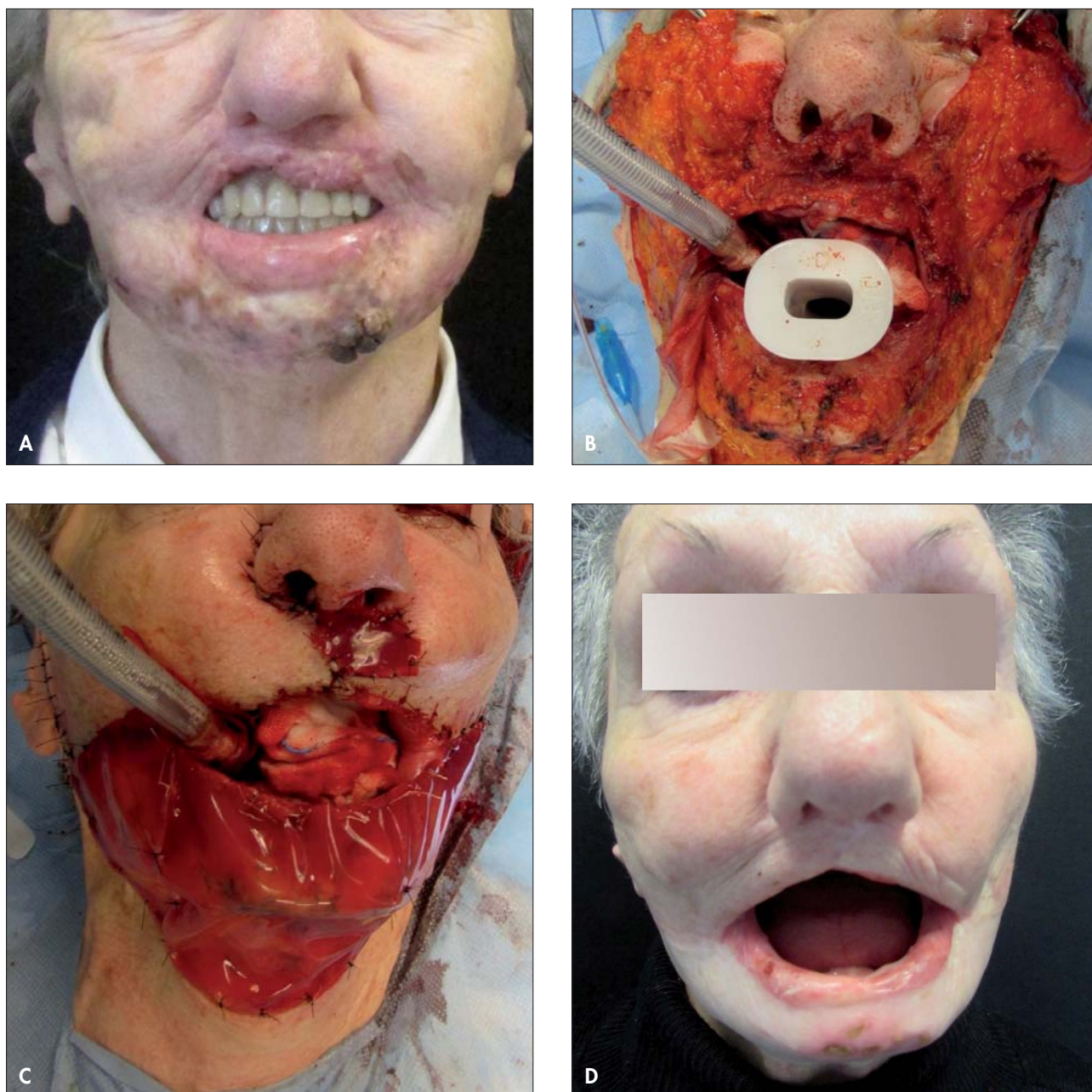


Figura 2. A) *Carcinoma basocellulare multifocale insorto su radiodermite cronica della regione periorale e mandibolare.* B) *Ampia perdita di sostanza successiva ad asportazione chirurgica radicale.* C) *Riparazione tramite sostituto dermico Integra®.* D) *Risultato finale dopo copertura con innesto dermo-epidermico sottile*

matorie e degenerative croniche si è ottenuta una remissione del quadro flogistico con innescio di un processo rigenerativo; nella sclerodermia si è ottenuto non solo un migliorato trofismo dei tessuti ma anche un rallentamento della progressione locale della malattia; nella condrodermatite dolorosa dell'orecchio si è ottenuto il sollievo dalla sintomatologia dolorosa con remissione del quadro flogistico-degenerativo locale; nelle radiodermiti conseguenti a radioterapia post-mastectomia è stato possibile incrementare il trofismo dei tessuti toracici in preparazione ad impianto di protesi per la ricostruzione della mammella; nelle radionecrosi il recupero del trofismo tissutale ha permesso di effettuare in tempi successivi modeste procedure chirurgiche riparative (Figura 4); nelle perdite di sostanza del polpastrello si è ottenuta la *restitutio ad integrum*

grazie alla stimolazione della naturale capacità rigenerativa di tale sede anatomica; in pazienti para e tetraplegici il lipofilling è stato utilizzato con successo con finalità preventiva nelle zone a rischio di ulcerazione; in casi selezionati si è ottenuta la guarigione spontanea di lesioni da pressione fino al 3° stadio.

Discussione

La Chirurgia Plastica Ricostruttiva rappresenta oggi una parte irrinunciabile di un moderno percorso di alta riabilitazione in condizioni cliniche di rilevante frequenza epidemiologica ed elevato impatto socio-sanitario, al fine di ridurre e trattare le disabilità ad esse correlate (12).

Se, infatti, la Chirurgia Plastica viene definita come quella branca della chirurgia che si occupa di guarire, ricostruire o migliorare strutture anatomiche lesionate, deturpate o mutilate, allora essa è parte sostanziale di un progetto riabilitativo totale, laddove venga chiamata a sanare condizioni invalidanti.

Il presupposto fondamentale è che mediante le tecniche e le metodiche proprie della Chirurgia Plastica Ricostruttiva si realizzi la presa in carico globale del paziente e non della sola patologia. Tale approccio permetterà un miglioramento delle capacità di autonomia e della qualità di vita complessive del paziente. In tale visione, pertanto, uno o più trattamenti plastico-ricostruttivi faranno parte di un più ampio progetto riabilitativo individuale, confezionato sul singolo paziente e realizzato in maniera multidisciplinare attraverso un programma riabilitativo intensivo completo (13).

Le moderne innovative conoscenze in ambito rigenerativo offrono oggi alla Chirurgia Plastica nuove e maggiori affascinanti possibilità di superare i limiti della chirurgia tradizionale miscelando innovazioni biologiche, raffinatezza tecnica e sensibilità clinica.

Gli ambiti di applicazione delle metodiche rigenerative nella nostra pratica chirurgica riabilitativa sono stati quelli nei quali le tecniche tradizionali hanno manifestato i loro limiti più evidenti: le sequele invalidanti delle cicatrici, le ampie perdite di tessuto e le cosiddette ferite difficili.

La cicatrice è un tessuto connettivo neoformato che rappresenta l'unica modalità di riparazione e sostituzione delle

perdite di tessuti corporei nell'essere umano. La cicatrice non ripete in alcun modo le caratteristiche dei tessuti persi e nel corso del suo processo di maturazione subisce un graduale ma inarrestabile processo di retrazione, di particolare gravità qualora si eserciti sulle commissure orifizioali, di cui ostacola lo normale chiusura e sulle superfici flessorie degli arti, di cui ostacola la libera escursione articolare. Indubbiamente le cicatrici di maggiore gravità sono quelle che conseguono alle ustioni profonde ed estese su vasti ambiti della superficie corporea. La correzione di tali retrazioni si avvale tradizionalmente di tutte le più consolidate procedure della Chirurgia Plastica, dalla confezione di plastiche a Z all'impiego di trapianti nativi o pre-espansi. A fronte di condizioni cliniche per cui l'approccio tradizionale non appariva adeguato, siamo ricorsi a tutte le

possibili opzioni rigenerative a nostra disposizione: abbiamo utilizzato preferenzialmente le energie fisiche nei casi di minore gravità clinica, in cui l'obiettivo principale era il miglioramento estetico e l'allentamento della rigidità dei tralci connettivali; l'innesto di cellule staminali è stato la prima scelta quando il fine prioritario era il recupero della naturale tessitura della cute, il ripristino dei volumi e la correzione dei reliquati ipotrofici; un audace impiego dei biomateriali è stato dedicato al recupero funzionale di retrazioni altamente invalidanti, trattate mediante ampia lisi chirurgica seguita da induzione della rigenerazione con l'ausilio della cute ingegnerizzata (14).

Le ampie perdite di sostanza che giungono all'attenzione del chirurgo plastico di regola conseguono ad inter-



Figura 3. A) Prelievo di sangue periferico. B) Separazione delle frazioni dopo centrifugazione. La freccia evidenzia la zona di massima concentrazione di piastrine, all'interfaccia con il gel separatore tra il plasma arricchito e le altre componenti cellulari



Figura 4. A) Radionecrosi cronica della regione cervico-dorsale superiore. B) Risultato a 24 mesi dopo trattamento combinato con debridement sequenziali, innesto di cellule staminali di derivazione adiposa, terapia a pressione negativa, copertura con sostituti dermici a base di acido ialuronico ed innesto dermo-epidermico sottile.

venti chirurgici demolitivi per il trattamento di estese neoplasie o di gravi infezioni dei tessuti molli.

La riparazione di tali perdite di sostanza si avvale tradizionalmente di lembi ed innesti autologhi. La chirurgia dei lembi non è sempre praticabile specie nei casi in cui non siano disponibili siti donatori di adeguata estensione o il paziente sia in scadenti condizioni generali tali da controindicare un intervento chirurgico maggiore. L'innesto dermo-epidermico è una tecnica agevole che può fornire ampie quantità di cute ma il cui risultato può essere invalidato da gravi postumi retraenti e da instabilità. Il ricorso a cute da donatore è ad oggi gravata dalla irrisolta problematica del rigetto e pertanto al momento limitata a condizioni da considerarsi ancora sperimentali e non alla pratica clinica di routine (15).

L'integrazione della tradizionale tecnica dell'innesto dermo-epidermico con l'impiego dei sostituti dermici ci ha consentito di ottenere regolarmente la ricostruzione di un tessuto con caratteristiche assai vicine a quelle della cute nativa (16, 17).

In Italia, come in tutto il mondo tecnologicamente progredito, sono sempre più frequenti alcune patologie connesse con il rallentamento dei fisiologici processi riparativi e rigenerativi, che comporta l'emergere di patologie di carattere degenerativo, tra cui sono prevalenti le cosiddette "ferite difficili". Anche se a diversa eziologia, le ferite difficili sono tutte accomunate da un unico razionale di trattamento caratterizzato da un approccio integrato chirurgico-riabilitativo.

L'intervento di chirurgia plastica tradizionale consiste in un ampio debridement dei tessuti necrotici esteso, se necessario, ai tessuti ossei e ricostruzione. La riparazione del difetto cutaneo riduce al paziente la disabilità, aumentando la sua autonomia e la qualità di vita. Non infrequentemente, però, tali procedure ricostruttive sono molto invasive e quindi non praticabili in tutti i casi. Anche per tali patologie abbiamo fatto ricorso allo spettro di tecniche rigenerative a nostra disposizione ottenendo regolarmente un miglioramento e spesso la guarigione.

Numerose sono le energie fisico-chimiche di provata efficacia rigenerativa: tra quelle più frequentemente utilizzate si annoverano la pressione negativa (Negative Pressure Therapy, NPT), i laser a bassa intensità (Low Level Laser, LLL) (18), le radiofrequenze (RF), il plasma, (19), le onde d'urto (20), l'anidride carbonica (21), miscele di ossigeno ed ozono (22).

Le diverse energie fisiche promuovono la rigenerazione tissutale attraverso molteplici peculiari meccanismi d'azione: l'eccitazione molecolare, la liberazione di fattori umorali, la modulazione delle funzioni cellulari, la stimolazione della neogenesi vascolare e connettivale ed il controllo della proliferazione microbica. I migliori risultati sarebbero conseguibili integrando opportunamente l'applicazione delle diverse energie nelle diverse fasi cliniche del processo rigenerativo. Tuttavia, le nostre scelte terapeutiche in tale ambito sono state limitate da fattori contingenti tali da impedire la realistica possibilità di avere accesso all'intera gamma di tali tecnologie.

La terapia a pressione negativa altrimenti nota come vacuum terapia consiste in una pompa aspirante collegata

mediante circuito chiuso sterile alla lesione da trattare. L'evoluzione tecnologica ha permesso una notevole diversificazione e progressiva miniaturizzazione degli apparati, che attualmente possono essere agevolmente utilizzati anche al di fuori del contesto ospedaliero (23, 24).

Se applicata su perdite di sostanza preventivamente sottoposte a bonifica chirurgica delle porzioni di tessuto necrotico e/o infetto essa è in grado di indurre una più rapida neoformazione di tessuto di granulazione che permette una più celere oblitterazione delle lesioni cavitari (25-27). L'applicazione protratta di pressione negativa su tessuti e organi sani si è inoltre dimostrata capace di indurre la rigenerazione degli organi medesimi come dimostrato dalla neoformazione combinata di tessuti cutaneo, adiposo e ghiandolare in mammelle ipotrofiche (28).

Le radiofrequenze (RF) sono onde elettromagnetiche non ionizzanti con frequenza da 100.000 Hz a centinaia di milioni di Hz. Le lunghezze d'onda variano da 100 km (a 3 kHz) a 1 mm (a 300 GHz). Come tutte le correnti elettriche, consistono in flussi di elettroni di un atomo verso gli orbitali di un atomo adiacente. Se gli elettroni nel loro flusso incontrano una resistenza generano calore secondo la legge di Ohm, ossia in quantità direttamente proporzionale all'intensità della corrente, all'impedenza del mezzo attraversato e al tempo. Ponendo costante la frequenza, gli ampères (ossia la quantità di elettroni) e l'impedenza, si può ottenere più o meno calore cambiando la forma dell'onda. All'aumentare della frequenza aumenta la penetrazione del campo elettrico; all'aumentare dell'area dell'elettrodo aumenta l'effetto di penetrazione; all'aumentare del tempo aumenta la diffusione dell'effetto termico.

Le RF impiegate con finalità rigenerativa hanno frequenze comprese tra 550 kHz e 880 kHz circa, generando un campo elettrico che ha il suo massimo a 4-5 mm provocando un'onda di calore che investe un volume cubico di tessuto in maniera gaussiana sia verso la profondità (fin quasi 1 cm) che verso la superficie, giungendo talora a provocare una contrazione della fascia muscolare. Il riscaldamento del collagene, che si attesta attorno ai 60-65°C, provoca la rottura dei legami intramolecolari sensibili all'effetto della temperatura e determina una modificazione della struttura delle fibrille, che diventano glomerulari, con collasso della molecola e quindi contrazione stereoscopica a 360°C (a causa del diverso orientamento delle fibrille collagene). Alla retrazione tridimensionale consegue una fase di neogenesi connettivale che si prolunga per numerosi mesi fino a giungere a un risultato stabile. Il calore determina infatti la produzione di Heat Shock Proteins (HSP 60 e HSP 70) da parte delle cellule connettivali; segue stimolazione dei linfociti T che generano TGFβ1 (Transforming Growth Factor) e citochine fibrostimolanti (Interleuchina IL1β, IL6, IL8, Monocyte Promoting Factor MCP1) che a loro volta richiamano monociti in grado di stimolare i fibroblasti attraverso il FGF1 (Fibroblast Growth Factor). I monociti vengono anche stimolati direttamente dalle HSP a sintetizzare TNF (Tumor Necrosis Factor), il quale amplifica la mitosi dei granulociti inducendoli a sintetizzare Colony Stimulating Factor (CSF), IL6 e IL8. Il collagene che viene sintetizzato è di tipo I: è stato infatti dimostrato l'aumento dell'mRNA specifico (29).

Numerosi sono i sostituti cutanei proposti dalla moderna tecnologia e si differenziano tra loro per le caratteristiche del tessuto simil-dermico che può essere costituito da derma umano o animale decellularizzato, membrana amniotica e dura madre decellularizzate, collagene estrattivo integrato da mucopolisaccaridi di varia origine, biomateriali di origine biotecnologica (acido ialuronico) o sintetica (acido polilattico/poliglicolico, ossido polietilene/tereftalato di polibutilene). Il loro comune meccanismo d'azione è basato sulla capacità di indurre la rigenerazione del connettivo con produzione di un tessuto neoformato con caratteristiche il più possibile simili a quelle del derma naturale.

Nella nostra pratica clinica ci siamo avvalsi regolarmente di tre prodotti di comune impiego: Integra®, Hyalomatrix® e Nevelia®.

Integra® è costituito da uno strato di fibre di collagene cross-linkato estratto dal tendine bovino integrato con condroitin-6-solfato derivato dalle pinne di squalo rivestito da una membrana semipermeabile di silicone. Tale costruito tridimensionale funge da scaffold ad un ricco infiltrato di macrofagi, linfociti e fibroblasti che proliferano costituendo un nuovo tessuto simile al derma umano maturo provvisto di una nuova rete vascolare (30). Il film di silicone funge da sostituto provvisorio dell'epidermide e viene rimosso a completamento della rigenerazione del neo-derma per essere sostituito da un auto-innesto dermo-epidermico sottile.

Hyalomatrix® è costituito da un feltro di acido ialuronico stabilizzato mediante estere benzilico (Hyafl®) ricoperto da una membrana semipermeabile di silicone. A contatto con il fondo della perdita di sostanza il feltro di acido ialuronico grazie alla sua elevata idrofilia consente il mantenimento di un adeguato spazio intercellulare in cui hanno luogo complesse interazioni mediate da specifici recettori di membrana (CD44, RHAMM, Lyve-1) (31). L'acido ialuronico esercita, inoltre, un'azione protettiva nei confronti dei radicali liberi ed orienta ordinatamente le fibre di collagene sintetizzate dai fibroblasti nativi. Nel corso del processo di degradazione dell'acido ialuronico si producono, inoltre, frammenti a basso peso molecolare (oligomeri composti da 8-10 subunità) in grado di stimolare una buona angiogenesi (32). Come per Integra® a completamento della neogenesi connettivale si rimuove il film superficiale di silicone e si procede alla copertura definitiva con un auto-innesto dermo-epidermico sottile.

Nevelia® è un sostituto dermico analogo ad Integra® dal quale si differenzia per l'assenza di glicosaminoglicani nel contesto dello strato di collagene bovino (33).

L'acido ialuronico in forma di feltro (Hyalofill®) è costituito da un costruito di soffici fibre di estere benzilico dell'acido ialuronico (Hyafl®) che, grazie alla sua stabilizzazione, è in grado di resistere per un periodo prolungato all'azione litica specifica dell'enzima ialuronidasi creando così un ambiente favorevole alla proliferazione cellulare (34-39).

L'impiego di prodotti cellulari a spiccata azione rigenerativa è pratica ormai consolidata a seguito della scoperta degli effetti favorevoli dei fattori di crescita conte-

nuti nelle piastrine circolanti. Le piastrine estratte da un prelievo di sangue periferico rappresentano la base per la preparazione di due prodotti di provato effetto rigenerativo: il plasma arricchito di piastrine (PRP) ed il gel piastrinico (PG) (40-42).

Diversi fattori di crescita, tra i quali il fibroblast growth factor, insulin-like growth factor-I, platelet-derived growth factor (PDGF), transforming growth factor- β (TGF- β) e la proteina BMP, presi singolarmente o in combinazione tra di loro, sono efficaci nello stimolare la proliferazione cellulare, la chemotassi e la sintesi della matrice extra-cellulare (43). Inoltre, i PDGFs sono in grado di reclutare in sede di applicazione le cellule staminali mesenchimali di derivazione midollare le quali si differenziano in miofibroblasti (44).

L'applicazione del PRP e del PG in campo rigenerativo risale all'inizio del XXI secolo con la scoperta della sua attività rigenerativa nel tessuto osseo; di conseguenza, sono stati utilizzati soprattutto per interventi di chirurgia dentale e maxillo-facciale. Oltre ai fattori di crescita e alle citochine infiammatorie, il PRP ed il PG presentano anche una buona concentrazione di fibrinogeno e fibrina, sostanze con un ruolo fondamentale nella rigenerazione tissutale in quanto in grado di migliorare l'adesione cellulare e la produzione di collagene. Infatti la fibrina funge da scaffold "adesivo" permettendo l'adesione e la concentrazione cellulare e compattando i fattori di crescita di cui regola il rilascio e la bioattività mentre il fibrinogeno influenza favorevolmente le proprietà meccaniche e chimiche del coagulo di PG. In ambito clinico il PRP ed il PG costituiscono un versatile strumento terapeutico in quanto permettono il mantenimento dell'omeostasi tissutale pur stimolando la rigenerazione, possiedono un buon rapporto costo/beneficio, sono di rapida e semplice preparazione. L'impiego dei prodotti di derivazione autologa è preferibile a quelli di derivazione allogenica in quanto non solo evita il pur basso rischio di trasmissione di infezioni e di induzione di reazioni allergiche ed anafilattiche ma è anche di attuazione estremamente agevole in quanto non insiste sulle attività ordinarie del centro trasfusionale di riferimento (45-49).

Dalla dimostrazione della presenza nel tessuto adiposo di una ricca componente di cellule staminali multipotenti (50), numerosissime sono state le indicazioni cliniche all'impiego di tali componenti cellulari con finalità rigenerativa. A tale scopo è stata sviluppata una tecnica chirurgica di modesta invasività consistente nell'innesto autologo di tessuto adiposo opportunamente manipolato allo scopo di trasferire la componente staminale stromale insieme con la propria indispensabile nicchia di adipociti (lipofilling). Dopo l'innesto, è dimostrata la sopravvivenza di parte degli adipociti trasferiti, i pre-adipociti maturano in adipociti e le cellule staminali multipotenti iniziano un percorso di sviluppo e differenziazione lungo molteplici linee evolutive rilasciando altresì fattori di crescita in grado di stimolare le cellule del sito ricevente (51-54). Pertanto l'efficacia del lipofilling è ormai largamente riconosciuta per il trattamento di tutte le condizioni in cui la capacità rigenerativa tissutale è scarsa (55-57) o addirittura assente (58).

Conclusioni

La nostra esperienza sull'impiego di metodiche rigenerative con finalità riabilitative ha seguito la naturale evoluzione di tale nuovissima branca della medicina: è stata dapprima prudente e sporadica e successivamente sempre più consistente e continua grazie alle sempre più numerose ed inequivocabili evidenze di efficacia. Così ad oggi le metodiche rigenerative rappresentano una realtà consolidata della nostra offerta terapeutica sia singolarmente, come opzione esclusiva o di alternativa, che in abbinamento a metodiche ricostruttive tradizionali.

Non tutte le possibili opzioni terapeutiche rigenerative potenzialmente possibili sono state, tuttavia, incluse nella nostra pratica clinica in ragione sia dei costi elevati di talune metodiche emergenti che della impossibilità di assimilare in tempo reale e completamente nell'uso corrente il tumultuoso sviluppo delle conoscenze in tale campo. La nostra esperienza di lungo periodo ha anche potuto dimostrare i limiti di talune metodiche rigenerative di più comprovata efficacia, così suggerendo opportuni orientamenti per la ricerca futura.

La rapidità nell'acquisizione di nuove conoscenze rende il futuro imprevedibile anche se certamente promettente. Alla luce dello stato attuale dei progressi in medicina rigenerativa non sono poche le linee di sviluppo della ricerca che più concretamente potranno produrre ricadute favorevoli nella Chirurgia Plastica: i trapianti da donatore decellularizzati, venendo colonizzati da cellule del ricevente, potranno finalmente superare il limite del rigetto immunitario; l'evoluzione della tecnologia di stampa tridimensionale (59) potrebbe permettere la realizzazione di costrutti tissutali a partenza da colture cellulari autologhe; infine, non va sottovalutato l'emergente ruolo del microbiota nella induzione e modulazione dei processi rigenerativi (60-62).

Bibliografia

- Morain WD (2006) - "Historical Perspectives". In: SJ Mathes (Ed.), "Plastic Surgery", pp. 27-34, Saunders Elsevier, Philadelphia Pa, USA, vol 1, chapter 2, 2nd edition.
- Wei FC (2006) - "Principles and Technique of Microvascular Surgery". In: SJ Mathes (Ed.), "Plastic Surgery", pp. 507-538, Saunders Elsevier, Philadelphia Pa, USA, vol 1, chapter 18, 2nd edition.
- Faga A, Nicoletti G, Carminati M. Perforator flaps: current concept and definition. *Riv Ital Chir Plast - Clin Exper Plast Surg* 2001; 33: 27-32.
- Orlando G, J Wood KJ, De Coppi P, et al. Regenerative medicine as applied to general surgery. *Ann Surg* 2012; 255(5): 867-880.
- Wong VW, Wan DC, Gurtner GC, Longaker MT. Regenerative surgery: tissue engineering in general surgical practice. *World J Surg* 2012; 36(10): 2288-2299.
- D'Amico RA, Rubin JP. Regenerative medicine and the future of plastic surgery. *Plast Reconstr Surg* 2014; 133(6): 1511-2.
- Mata A, Azevedo HS, Botto L, et al. New bioengineering breakthroughs and enabling tools in regenerative medicine. *Curr Stem Cell Rep* 2017; 3(2): 83-97.
- Nicoletti G, Perugini P, Bellino S, et al. Scar remodeling with the association of monopolar capacitive radiofrequency, electric stimulation, and negative pressure. *Photomed Laser Surg* 2017; 35(5): 246-258.
- Nicoletti G, Ghilardi CG, Scevola S, et al. Hyaluronan-induced cosmetic reconstruction of the nostril. *Facial Plast Surg* 2014; 30(1): 81-83.
- Scevola S, Nicoletti G, Brenta F, et al. Allogenic platelet gel in the treatment of pressure sores: a pilot study. *Int Wound J* 2010; 7(3): 184-190.
- Nicoletti G, Brenta F, Jaber O, et al. Lipofilling for functional reconstruction of the sole of the foot. *Foot* 2014; 24(1): 21-27.
- Pang C, Ibrahim A, Bulstrode NW, et al. An overview of the therapeutic potential of regenerative medicine in cutaneous wound healing. *Int Wound J* 2017; 14(3): 450-459.
- Mathes SJ (2006) - "Plastic Surgery: the problem-solving specialty". In: SJ Mathes (Ed.), "Plastic Surgery", pp. 1-25, Saunders Elsevier, Philadelphia Pa, USA, vol 1, chapter 1, 2nd edition.
- Faga A, Nicoletti G, Brenta F, et al. Hyaluronic acid three-dimensional scaffold for surgical revision of retracting scars: a human experimental study. *Int Wound J* 2013; 10(3): 329-335.
- Thaunat O, Badet L, Dubois V, et al. Immunopathology of rejection: do the rules of solid organ apply to vascularized composite allotransplantation? *Curr Opin Organ Transplant* 2015; 20(6): 596-601.
- Nicoletti G, Brenta F, Bleve M, et al. Long-term in vivo assessment of bioengineered skin substitutes: a clinical study. *J Tissue Eng Regen Med* 2015; 9(4): 460-468.
- Nicoletti G, Scevola S, Faga A. Bioengineered skin for aesthetic reconstruction of the tip of the nose: a case report. *Dermatol Surg* 2008; 34(9): 1283-1287.
- Hersant B, SidAhmed-Mezi M, Bosc R, et al. Current indications of low-level laser therapy in plastic surgery: a review. *Photomed Laser Surg* 2015; 33(5): 283-297.
- Heinlin J, Isbary G, Stolz W, et al. Plasma applications in medicine with a special focus on dermatology. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2011; 25(1): 1-11.
- Aschermann I, Noor S, Venturelli S, et al. Extracorporeal Shock Waves Activate Migration, Proliferation and Inflammatory Pathways in Fibroblasts and Keratinocytes, and Improve Wound Healing in an Open-Label, Single-Arm Study in Patients with Therapy-Refractory Chronic Leg Ulcers. *Cell Physiol Biochem* 2017; 41(3): 890-906.
- Brandi C, Grimaldi L, Nisi G, et al. The role of carbon dioxide therapy in the treatment of chronic wounds. *In Vivo* 2010; 24(2): 223-226.
- Borges GÁ, Elias ST, da Silva SM, et al. In vitro evaluation of wound healing and antimicrobial potential of ozone therapy. *J Craniomaxillofac Surg* 2017; 45(3): 364-370.
- Schaum KD. Home Health Agencies Can Now Bill Medicare Separately for Furnishing New Disposable Negative-Pressure Wound Therapy Devices. *Adv Skin Wound Care* 2017; 30(4): 154-156.
- Anderson CA, Hare MA, Perdrizet GA. Wound Healing Devices Brief Vignettes. *Adv Wound Care* 2016; 5(4): 185-190.
- Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment. *Ann Plast Surg* 1997; 38(6): 563-576.
- Bollero D, Driver V, Glat P, et al. The role of negative pressure wound therapy in the spectrum of wound healing. *Ost Wound Manag* 2010; 56(Suppl 5): 1-18.
- Bollero D, Malvasio V, Catalano F, et al. Negative pressure surgical management after pathological scar surgical excision: a first report. *Int Wound J* 2015; 12: 17-21.
- Smith CJ, Khouri RK, Baker TJ. Initial experience with the Brava nonsurgical system of breast enhancement. *Plast Reconstr Surg* 2002; 110(6): 1593-1595.
- Hantash BM, Ubeid AA, Chang H, et al. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces neocollagenesis and neocollagenesis. *Lasers Surg Med* 2009; 41(1): 1-9.
- Wang H, Pieper J, Péters F, et al. Synthetic scaffold morphology controls human dermal connective tissue formation. *J Biomed Mater Res A* 2005; 74(4): 523-532.
- Chen WYJ, Abatangelo G. Functions of Hyaluronan in wound repair. *Wound Rep Reg* 1999; 7(2): 79-89.
- West DC, Kumar S. The effect of hyaluronate and its oligosaccharides on endothelial cell proliferation and monolayer integrity. *Exp Cell Res* 1989; 183(1): 179-196.
- Philandrianos C, Andrac-Meyer L, Mordon S, et al. Comparison of five dermal substitutes in full-thickness skin wound healing in a porcine model. *Burns* 2012; 38(6): 820-829.

- 34) Price RD, Berry MG, Navsaria HA. Hyaluronic acid: the scientific and clinical evidence. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007; 60(10): 1110-1119.
- 35) Zavan B, Vindigni V, Lepidi S, et al. Neoarteries grown in vivo using a tissue-engineered hyaluronan-based scaffold. *FASEB J* 2008; 22(8): 2853-2861.
- 36) Motolese A, Vignati F, Brambilla R, et al. Interaction between a regenerative matrix and wound bed in nonhealing ulcers: results with 16 cases. *Biomed Res Int* 2013; 2013:849321.
- 37) Price RD, Das-Gupta V, Leigh IM, et al. A comparison of tissue-engineered hyaluronic acid dermal matrices in a human wound model. *Tissue Eng* 2006; 12(10): 2985-2995.
- 38) Hu M, Sabelman EE, Cao Y, et al. Three-dimensional hyaluronic acid grafts promote healing and reduce scar formation in skin incision wounds. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2003; 67(1): 586-592.
- 39) David-Raoudi M, Tranchepain F, Deschrevel B, et al. Differential effects of hyaluronan and its fragments on fibroblasts: relation to wound healing. *Wound Repair Regen* 2008; 16(2): 274-287.
- 40) Arora S, Agnihotri N. Platelet Derived Biomaterials for Therapeutic Use: Review of Technical Aspects. *Indian J Hematol Blood Transfus* 2017; 33(2): 159-167.
- 41) Pourmoussa A, Gardner DJ, Johnson MB, et al. An update and review of cell-based wound dressings and their integration into clinical practice. *Ann Transl Med* 2016; 4(23): 457.
- 42) Kobayashi M, Bishara M, Zhang Y, et al. Platelet-Rich Fibrin and Soft Tissue Wound Healing: A Systematic Review. *Miron RJ, Fujioka- Tissue Eng Part B Rev* 2017; 23(1): 83-99.
- 43) Everts PAM, Knape JTA, Weibrich G, et al. Platelet-Rich Plasma and Platelet Gel: A Review. *JECT* 2006; 38(2): 174-187.
- 44) Nedeau AE, Bauer RJ, Gallagher K, et al. A CXCL5 and bFGF-dependent effect of PDGF-B- activated fibroblasts in promoting trafficking and differentiation of bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Exp Cell Res* 2008; 314(11-12): 2176-2186.
- 45) Andrade TA, Aguiar AF, Guedes FA, et al. Ex vivo model of human skin (hOSEC) as alternative to animal use for cosmetic tests. *Procedia Eng* 2015; 110: 67-73.
- 46) Kawase T. Platelet-rich plasma and its derivatives as promising bioactive materials for regenerative medicine: basic principles and concepts underlying recent advances. *Odontology* 2015; 103(2): 126-135.
- 47) Lebonvallet N, Jeanmaire C, Danoux L, et al. The evolution and use of skin explants: Potential and limitations for dermatological research. *Eur J Dermatology* 2010; 20(6): 671-684.
- 48) Masuki H, Okudera T, Watanebe T, et al. Growth factor and pro-inflammatory cytokine contents in platelet-rich plasma (PRP), plasma rich in growth factors (PRGF), advanced platelet-rich fibrin (A-PRF), and concentrated growth factors (CGF). *Int J Implant Dent* 2016; 2: 19.
- 49) Okuda K, Kawase T, Momose M, et al. Platelet-Rich Plasma Contains High Levels of Platelet-Derived Growth Factor and Transforming Growth Factor- β , and Modulates the Proliferation of Periodontally Related Cells In Vitro. *J Periodontol* 2003; 74(6): 849-857.
- 50) Zuk PA, Zhu M, Ashjian P, et al. Human adipose tissue is a source of multipotent stem cells. *Molecular Biology of the Cell* 2002; 13(12):4279-4295.
- 51) Dong Z, Peng Z, Chang Q, et al. The survival condition and immunoregulatory function of adipose stromal vascular fraction (SVF) in the early stage of nonvascularized adipose transplantation. *PLOS ONE* 2013; 8(11): e80364.
- 52) Torio-Padron N, Huotari AM, Eisenhardt SU, et al. Comparison of pre-adipocyte yield, growth and differentiation characteristics from excised versus aspirated adipose tissue. *Cells Tissues Organs* 2010; 191: 365-371.
- 53) Eto H, Kato H, Suga H, et al. The fate of adipocytes after nonvascularized fat grafting: evidence of early death and replacement of adipocytes. *Plast Reconstr Surg* 2012; 129(5): 1081-1092.
- 54) Zuk PA. The adipose-derived stem cell: looking back and looking ahead. *Molecular Biology of the Cell* 2010; 21(1): 1783-1787.
- 55) Schaffler A, Buchler C. Concise review: adipose tissue-derived stromal cells— basic and clinical implications for novel cell-based therapies. *Stem Cells* 2007; 25(4): 818-827.
- 56) Kikuchi Y, Ogihara T, Kaneda Y. Adipose tissue-derived stromal cells as a novel option for regenerative cell therapy. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 2006; 13(2): 77-81.
- 57) Bertozzi N, Simonacci F, Grieco MP, et al. The biological and clinical basis for the use of adipose-derived stem cells in the field of wound healing. *Annals of Medicine and Surgery* 2017; 20: 41-48.
- 58) Klinger M, Marazzi M, Vigo D, et al. Fat injection for cases of severe burn out-comes: a new perspective of scar remodeling and reduction. *Aesth Plast Surg* 2008; 32(3): 465-469.
- 59) Jessop ZM, Al-Sabah A, Gardiner MD, et al. 3D bioprinting for reconstructive surgery: Principles, applications and challenges. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 2017; 70(9): 1155-1170.
- 60) Kanno E, Kawakami K, Ritsu M, et al. Wound healing in skin promoted by inoculation with *Pseudomonas aeruginosa* PAO1: The critical role of tumor necrosis factor α secreted from infiltrating neutrophils. *Wound Repair Regen* 2011; 19(5): 608-621.
- 61) Kostarnoy AV, Gancheva PG, Logunov DY, et al. Topical bacterial lipopolysaccharide application affects inflammatory response and promotes wound healing. *J Interferon Cytokine Res* 2013; 33(9): 514-522.
- 62) Nicoletti G, Saler M, Pellegatta T, et al. Effects of a spring water on human skin fibroblast in vitro cultures: preliminary results. *Acta Vulnologia* 2016; 14(4): 196-201.

Corrispondenza: Angela Faga, Unità di Chirurgia Plastica, IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Via Salvatore Maugeri 10, 27100 Pavia, Italy, Tel. +39 0382 592223, E-mail: angela.faga@unipv.it

Edda Maria Capodaglio

Attività fisica, strumento di prevenzione e gestione delle malattie croniche

Fisiatria Occupazionale ed Ergonomia - IRCCS, Istituti Clinici Scientifici Maugeri - Pavia

RIASSUNTO. L'attività fisica rappresenta un elemento chiave nella prevenzione, trattamento e riabilitazione di molte patologie. Nel contesto di uno stile di vita adeguato, la sua pratica regolare non solo amplifica i benefici per la salute e aumenta la *fitness*, ma contrasta lo sviluppo e la progressione delle malattie croniche non trasmissibili, modulando diversi fattori di rischio. La sua funzione è importante in tutti i cicli della vita e contribuisce a mantenere i livelli di funzionalità e di autonomia, anche con l'invecchiamento.

Mentre l'insufficiente attività fisica (legata alla sedentarietà) rappresenta attualmente la quarta causa di mortalità nei paesi sviluppati, configurandosi come uno dei principali problemi di sanità pubblica, forti evidenze scientifiche mostrano che la pratica regolare e in dose sufficiente di attività fisica riduce di circa il 30% il rischio di morte prematura, di malattia cardiovascolare e ictus, di diabete tipo II, di cancro al colon e al seno, di depressione. Diverse linee guida e raccomandazioni specificano le modalità di svolgimento dell'attività fisica (tipo, intensità, frequenza, durata) e diversi programmi preventivi ne sperimentano l'efficacia e la sostenibilità. Anche se finora una minoranza della popolazione aderisce effettivamente alle raccomandazioni sull'attività fisica, la potenzialità epidemiologica dei programmi mirati allo stile di vita sono notevoli: evitando la sedentarietà, anche basse dosi di attività fisica risultano protettive per la salute e riducono di circa il 22% il rischio di morte prematura.

L'attività fisica è inoltre un importante strumento terapeutico che, in dosi opportune, consente ai pazienti affetti da patologie cardiovascolari, ipertensione, diabete II, cancro, malattie polmonari croniche ostruttive, di ridurre il rischio di recidiva e di progressione della malattia, migliorare il controllo sui parametri clinici e aumentare la qualità di vita.

Parole chiave: attività fisica, stile di vita, prevenzione, malattie croniche non trasmissibili.

ABSTRACT. *PHYSICAL ACTIVITY, TOOL FOR THE PREVENTION AND MANAGEMENT OF CHRONIC DISEASES. Physical activity is a key element in the prevention, treatment and rehabilitation of many diseases. In the context of an adequate lifestyle, its practice amplifies the health benefits and increases the fitness, and furthermore counteracts the development and progression of chronic non-communicable diseases, modulating many risk factors. Its function is important in all life cycles and helps to keep the functional capabilities and independence even with aging. While inadequate physical activity (due to a sedentary lifestyle) is currently the fourth leading cause of mortality in developed countries, being one of the main public health issues, strong scientific evidences show that a regular and sufficient dose of physical activity reduces by about 30% the risk of premature death, cardiovascular disease and stroke, type II diabetes, colon and breast cancer, depression.*

Introduzione

Per attività fisica (AF) si intende qualsiasi movimento corporeo provocato dalla contrazione dei muscoli scheletrici e che comporti un aumento di dispendio energetico oltre il livello basale. L'AF ricopre un ruolo primario nella salute dell'organismo, durante tutte le fasi della vita, in quanto stimolo biologico essenziale per lo sviluppo e il mantenimento delle strutture e delle funzioni nel corpo umano (1).

Studi recenti di tipo osservazionale mostrano che l'AF è, tra i fattori modificabili dello stile di vita (insieme a dieta, fumo e alcol), probabilmente il più importante per la prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili (2,3) e in ambito sanitario potrebbe rappresentare uno strumento efficace, efficiente e sostenibile per la prevenzione, gestione e riabilitazione di queste patologie.

Obesità, ipertensione, diabete, cancro, mostrano attualmente livelli preoccupanti, insieme a un costo sanitario e sociale rilevante. La prevalenza delle malattie croniche non trasmissibili nel mondo è del 46%; esse rappresentano la prima causa di morte (con 36 milioni di morti annuali, pari al 63% delle morti globali; tra queste 14 milioni di morti premature).

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità l'AF è un elemento chiave per la prevenzione. L'obiettivo primario del piano preventivo mondiale 2013-2020 (4) e del piano Europeo 2016-2025 (5) è ridurre del 10% la prevalenza relativa di inattività fisica, presupposto per poter mirare ad altri importanti risultati (riduzione del 25% del rischio di mortalità prematura dovuta alle malattie croniche non trasmissibili; riduzione del 25% della prevalenza di ipertensione; arresto dell'incidenza di diabete e obesità).

I benefici dell'attività fisica

La pratica regolare di AF comporta numerosi effetti benefici, sia in termini di "fitness" che in termini di salute. L'AF regolare contribuisce a mantenere i livelli di forza e resistenza, a migliorare la flessibilità e la coordinazione, a preservare la salute ossea riducendo il rischio di osteoporosi, di fratture e cadute, a mantenere i livelli ottimali di mobilità e di autonomia, rafforza il sistema cardiorespiratorio, aumenta i livelli di colesterolo HDL, riduce la pres-

Several guidelines and recommendations define the type, intensity, frequency and duration of physical activity, and many lifestyle preventative interventions prove its effectiveness and sustainability. Although so far a minority of the population actually adheres to the recommendations, the epidemiological strength of lifestyle-oriented programs is considerable: quitting sedentariness, even low doses of physical activity are protective for health and reduce by about 22 % the risk of premature death. Physical activity is also an important therapeutic tool for patients with cardiovascular diseases, hypertension, diabetes II, cancer, chronic obstructive pulmonary diseases; an appropriate dosage reduces the risk of recurrence and disease progression, improves the control of clinical parameters and increases the patient's quality of life.

Key words: physical activity, lifestyle, prevention, chronic non-communicable diseases.

sione arteriosa e cardiaca, riduce l'infiammazione, migliora i livelli di glucosio nel sangue aumentando la sensibilità all'insulina, aiuta a mantenere il peso sotto controllo, previene malattie cardiovascolari, ictus, ipertensione, iperglicemia, iperlipidemia, cancro al colon ed al seno, dal punto di vista psicologico migliora l'equilibrio umorale, contrasta la depressione, preserva le funzioni neurologiche e la capacità di reazione, migliora l'autostima, riduce lo stress. La pratica di AF è considerata sicura in tutti i soggetti apparentemente sani e in tutti i pazienti le cui condizioni sono stabili.

L'efficacia dell'AF è già evidente dopo poche settimane di pratica, con miglioramenti nella funzionalità cardio-respiratoria, nella forza muscolare, nell'umore. Il dosaggio dell'AF per la prevenzione e il trattamento di patologie croniche richiede un programma individualizzato, specificandone tipo, intensità, durata e frequenza. I programmi basati sull'AF sono sostenibili; la pratica di AF comporta dei costi molto contenuti, e l'investimento in strutture e materiali è ampiamente bilanciato dai vantaggi che ne derivano.

Controllo del peso corporeo ed equilibrio energetico

Il peso corporeo in eccesso comporta sempre degli svantaggi: l'obesità predispone a disturbi cardio-metabolici ed il sovrappeso limita la funzionalità motoria. In combinazione con l'invecchiamento, l'eccesso di peso potrebbe configurare una forma di fragilità molto diffusa nel prossimo futuro (6). L'attività fisica aiuta a controllare il peso corporeo, a mantenere il peso ideale, a perdere quello in eccesso, e a mantenere nel tempo la perdita di peso. La quantità di AF necessaria individualmente per il controllo del peso può essere molto variabile, secondo le caratteristiche corporee e le abitudini alimentari.

Svolgere regolarmente AF aumenta il dispendio energetico, secondo processi biologici noti (solo dopo un'ora di AF viene rilasciata nei muscoli *irisina*, che induce la trasformazione delle cellule adipose da bianche in brune, facilitando la mobilitazione delle riserve energetiche) (2). Un aumento del metabolismo basale può essere ottenuto combinando un'attività di base aerobica con esercizi di forza; ciò facilita la perdita di massa grassa, preservando la massa magra e determinando un rafforzamento generale del corpo (7,8).

Salute muscoloscheletrica

La salute di ossa, muscoli, articolazioni è presupposto per la funzionalità motoria, anche durante l'invecchiamento. L'attività fisica regolare aiuta a mantenere la mobilità articolare, l'elasticità muscolare, la densità ossea; l'esercizio aiuta a contrastare il degrado delle strutture legato all'invecchiamento. Sono efficaci programmi aerobici associati a esercizi di irrobustimento muscolare e di carico osseo ad intensità moderata e vigorosa; la durata settimanale complessiva consigliata varia tra 90 e 300 minuti. Le donne attive che svolgono 120-300 minuti settimanali di attività moderata mostrano un ridotto rischio di osteoporosi e di frattura dell'anca, anche con l'avanzare dell'età.

La **salute cardiorespiratoria** riguarda la salute di cuore, polmoni, vasi sanguigni.

Una bassa capacità cardiorespiratoria è associata ad un maggiore rischio di malattie cardiovascolari; soggetti con migliore fitness, che praticano attività moderate-vigore, mostrano un ridotto rischio cardiovascolare, rispetto alle persone inattive.

Gli adulti regolarmente attivi presentano minori tassi di malattie cardiache e ictus, migliori profili lipidici, pressione arteriosa nella norma, migliore capacità cardiorespiratoria. Una riduzione significativa del rischio cardiovascolare si verifica con la pratica di 150 minuti settimanali di attività moderata. Benefici ulteriori si rilevano per durate maggiori.

Gli effetti sulla **salute metabolica** ottenibili svolgendo AF riguardano il ridotto rischio di sviluppare diabete tipo II (DM2) e sindrome metabolica (una combinazione di ipertensione, obesità addominale, profilo lipidico alterato, ridotta tolleranza al glucosio).

Il rischio ereditario di sviluppare DM2 viene ridotto con un aumento della quota settimanale di AF (9). Il potente effetto dell'AF sul metabolismo è stato più volte documentato: una seduta di AF moderata-vigorosa aumenta i livelli di HDL e riduce l'insensibilità all'insulina (10). Anche piccole dosi di AF lieve-moderata (es. cammino) hanno un rapido effetto sulla composizione corporea (riduzione del grasso addominale) e sulle vie metaboliche, stimolando la mobilitazione delle riserve energetiche (11).

Prevenzione della morte prematura

Forti evidenze scientifiche mostrano che l'AF riduce il rischio di morte prematura per cause prevalenti (malattie cardiache e alcuni tipi di cancro).

L'effetto dell'AF sulla mortalità è notevole; posto 1 il rischio di morte in soggetti che praticano meno di 30 minuti settimanali di AF, il rischio si riduce del 30-40% in soggetti che praticano 6-7 ore settimanali di AF; il rischio si riduce sostanzialmente per chi pratica 150 minuti settimanali di attività aerobica moderata, rispetto agli inattivi (1).

Sedentarietà - Inattività

Gli ultimi 50 anni hanno visto cambiamenti importanti negli ambienti e negli stili di vita della popolazione mon-

diale, sia nell'ambito occupazionale come in quello ricreativo, con una crescente automatizzazione dei gesti; ciò ha comportato un rapido declino nello sforzo muscolare, che è stato solo in parte compensato da un aumento nella pratica di attività motorie e sportive in determinate fasce della popolazione.

Si stima ad esempio che il dispendio energetico medio attuale di una casalinga americana sia calato di circa 1800 Kcal/settimana dal 1980 ad oggi, a fronte di un maggiore introito energetico, creando così un notevole squilibrio nel bilancio energetico individuale (1). I comportamenti sedentari (guardare la televisione, leggere, usare lo smartphone o il tablet per più ore al giorno) sono comunemente adottati da tutte le fasce della popolazione per durate considerevoli nella giornata. L'OMS stima che il 31% della popolazione adulta spenda 4 o più ore della giornata in attività sedentarie; tale prevalenza è in crescita con età, reddito, urbanizzazione. Tra gli adolescenti (13-15 anni) la prevalenza di "inattivi" (meno di 60 minuti di AF al giorno) è elevata (80%) (12).

In Italia si registrano dati allarmanti sullo stile di vita della popolazione, accostabili a quelli rilevati negli Usa (2): tra gli adulti, uno su tre è affetto da diabete/pre-diabete, il 70% è sovrappeso/obeso, circa il 50% è sedentario, solo il 35% consuma una dieta mediterranea; tra i teenager, il 16% è sovrappeso, il 5% obeso, il 17% sottopeso, solo il 20% segue una dieta mediterranea, solo il 12% pratica regolarmente sport, il 30% fuma, il 60% consuma abitualmente alcool; tra i bambini (9-10 anni), più del 50% risulta sovrappeso/obeso e circa il 30% iperteso; inoltre l'AF si riduce nel passaggio all'età adolescenziale, determinando una tendenza verso lo sviluppo di malattie croniche o verso condizioni psicosociali svantaggiate. In Italia gli stili di vita meno salutari sono propri delle famiglie più giovani, che mostrano livelli di AF insufficienti.

Una carenza perdurante di attività fisica (*inattività fisica*) provoca debolezza e degenerazione nelle strutture fisiche e aberrazioni nel metabolismo (*sindrome da disuso*) che possono portare a deficienze funzionali o malattie.

Attualmente l'insufficiente attività fisica rappresenta la quarta causa di mortalità nei paesi sviluppati (circa 3 milioni di morti prevenibili) e uno dei principali problemi di sanità pubblica (4). All'inattività fisica sarebbe attribuibile, secondo studi recenti, una frazione di rischio pari al 16% di tutte le morti; cioè una quota maggiore rispetto a quella attribuita a obesità (3%), fumo (9%), ipercolesterolemia (5%), diabete (5%). L'inattività fisica è associata all'incidenza di diverse malattie non trasmissibili: 6% di malattie coronariche, 7% di diabete II, 10% di cancro al seno e 10% di cancro al colon (13). Un abbattimento del 25% dell'inattività fisica potrebbe evitare 1,3 milioni di morti ogni anno. Periodi prolungati di sedentarietà influenzano negativamente il metabolismo ed il sistema cardiovascolare, indipendentemente dall'attività fisica svolta (14).

Un aumento di AF, anche al di sotto dei valori raccomandati, riduce il rischio di morte del 22% (15); Il beneficio maggiore è per coloro che da inattivi passano alla pratica di bassi livelli di AF.

In generale, sebbene manchino per ora raccomandazioni precise, vi è consenso per una limitazione della se-

dentarietà. Per la popolazione anziana, dove l'aumento della sedentarietà è tendenzialmente connaturato, occorre comprendere meglio gli effetti specifici della AF sulla funzionalità neuromuscolare e sulla salute (16,17,18).

Indicazioni per la pratica di AF

In questi ultimi decenni è stato possibile ottenere dati precisi sulla quantità di AF, ed in particolare sul dispendio energetico ad essa collegato, necessaria per prevenire lo sviluppo di diverse patologie. Nel mondo sono state emanate diverse linee guida che specificano il tipo, intensità, frequenza e durata dell'AF utili a preservare lo stato di salute, insieme alle raccomandazioni su dieta e stile di vita (19).

Tipo di AF

Il tipo di AF più studiata e più consigliata, in quanto associata a prognosi benefica con effetto dose-risposta, è quella aerobica; comprende tutte le attività di movimento svolte con impegno di larghe masse muscolari, in modo continuo o ciclico, per durate consistenti: la corsa, il nuoto, il cammino veloce, la bicicletta, il basket, il tennis, il giardinaggio...

Un'altra attività citata nelle linee guida è quella per l'allenamento della forza, coinvolgente i maggiori gruppi muscolari (gambe, schiena, braccia): sollevare pesi, esercizi con bande elastiche, esercizi svolti contro gravità, yoga, flessioni sulle braccia, addominali... Questi esercizi provocano un aumento della forza sia nei soggetti sani sia nei soggetti affetti da patologie croniche, e negli anziani fragili o con limitazioni fisiche; migliorano le capacità funzionali e la qualità di vita, riducendo la probabilità di sviluppare disabilità fisica.

Nelle linee guida viene inoltre considerata l'attività neuromotoria, importante per l'allenamento delle componenti vestibolari, coordinative e neurosensoriali, che determinano l'efficacia del movimento e riducono il rischio di infortunio e caduta, soprattutto nell'anziano.

Intensità

L'intensità dell'AF aerobica viene espressa in classi (leggera-moderata-vigorosa) riferite a MET, multiplo del metabolismo basale (1 MET è l'energia necessaria per il funzionamento basale dell'organismo; equivalente energetico di 1 MET = 3,5 mlO₂/kg/min) (Tabella I).

Le Linee Guida americane (20) per il miglioramento dello stato di salute e per la prevenzione delle malattie croniche nella popolazione generale, raccomandano la pratica di AF aerobica a intensità moderata (3.5-6 MET) e/o vigorosa (>6 MET): camminare a passo sostenuto, correre, saltare, salire le scale, danzare, fare yoga, tennis, basket, ...

L'indicazione dell'intensità assoluta in MET non tiene conto dei fattori individuali (età, genere, peso corporeo, condizione di fitness). Ad esempio una persona anziana che si esercita a 6 MET potrebbe essere prossima al suo limite massimale, mentre la stessa intensità per un giovane potrebbe risultare ben tollerabile; a parità di intensità assoluta, soggetti meno allenati percepiscono uno sforzo maggiore rispetto a soggetti bene allenati.

Tabella I. Tipologie di attività fisica secondo intensità energetica (1 MET = metabolismo basale)

Leggera (1.5 - 3 MET)	METs	Moderata (3-6 MET)	METs	Vigorosa (> 6 MET)	METs
leggere	1,2	falciaire un prato (a motore)	3,1	ginnastica aerobica	6,0
scrivere	1,7	passaggiare (5 Km/ora)	3,3	tennis in doppio	6,0
cucinare	2,0	bicicletta (per svago)	3,5	karatè o judò	6,5
andare a cavallo (al passo)	2,3	ginnastica	4,0	sci (acquatino o alpino)	6,8
giocare a bigliardo	2,4	nuotare lentamente	4,5	trekking senza zaino	6,9
golf (con cart)	2,5	passaggiare (6.5 Km/ora)	4,5	nuoto veloce	7,0
canoa (per svago)	2,5	golf (senza cart)	4,9	trekking con zaino	7,5
passaggiare (3.3 Km/ora)	2,5	tagliare la legna	5,0	jogging (9.6 Km/ora)	10,2
ballare lentamente	2,9	balli moderni	5,5	squash / tennis	12,1
		pattinaggio su ghiaccio	5,5		
		bicicletta (< 15 Km/ora)	5,7		

Soprattutto per le persone non allenate è preferibile fare riferimento all'intensità relativa, espressa in percentuale della frequenza cardiaca massima stimata (calcolata secondo la formula "220-età"). Una indicazione indiretta della intensità può essere anche ottenuta attraverso la valutazione soggettiva dello sforzo su scale psicofisiche (RPE di Borg) o applicando in modo informale il Talk Test (Tabella II).

Frequenza e durata

Per ricavare benefici effettivi, l'AF deve essere svolta con regolarità e in dose sufficiente.

Negli adulti l'AF dovrebbe essere svolta quasi tutti i giorni della settimana, o almeno per 3-5 giorni a settimana, in sessioni da 30 minuti ciascuna. Nella settimana un adulto dovrebbe accumulare almeno 150 minuti di attività aerobica moderata (circa 3.5-4 MET x 150 minuti); per chi è più allenato, 75 minuti settimanali di attività vigorosa (circa 6.5-7 MET x 75 minuti); entrambe le solu-

zioni equivalgono a una dose cumulativa ≥ 500 MET-min/settimana (Tabella III).

La dose di AF può essere modulata secondo varie combinazioni: è possibile suddividere la quota settimanale in più sessioni, o scambiare una dose di attività moderata con una dose equivalente di attività vigorosa. I meno allenati potrebbero svolgere più sessioni brevi da 10 minuti; chi ha invece come obiettivo il controllo dei lipidi o la riduzione del peso corporeo, dovrebbe preferire durate prolungate (sessioni da 40 - 90 minuti giornalieri). La possibilità di combinare in modo equivalente durata, frequenza e intensità costituisce una opportunità per raggiungere i livelli minimi raccomandati di AF. L'AF svolta in dosi minori ai livelli raccomandati arreca comunque dei benefici: l'attività aerobica vigorosa condotta per 50 minuti settimanali (invece dei 75 raccomandati) riduce del 50% il rischio di mortalità cardiovascolare, rispetto alla sedentarietà; i vantaggi maggiori (in termini di riduzione del rischio) si hanno nel passaggio dalla inattività ad un basso livello di AF.

Tabella II. Classi di attività, secondo intensità assoluta e relativa

Intensità assoluta		Esempio di attività	Intensità relativa		
Classe	MET		% frequenza cardiaca massima stimata	RPE	Talk test
Leggera	1.5-2.9	passaggiare (3-4 km/h), lavori domestici leggeri	50-63	10 - 11	–
Moderata	3-5.9	cammino sostenuto (5-6.5 km/h), bicicletta (≤ 15 km/h), lavori di bricolage, giardinaggio, tennis (doppio), ballo in balera, acquagym	64-76	12 - 13	la respirazione risulta più affannosa, ma è possibile conversare col compagno pronunciando intere frasi
Vigorosa	≥ 6	marcia (>7 km/h), jogging, corsa, bicicletta (>15 km/h), lavori pesanti di giardinaggio, nuotare in vasca, tennis (singolo)	77-93	14 - 16	respirazione molto affannosa, non compatibile con la conversazione agevole

Tabella III. Livelli di attività fisica (da "Physical activity guidelines for americans" 2008)

Livello di attività fisica	Attività: tipo, intensità e durata	Dose settimanale: MET-minuti/settimana	Corrispondenza con linee guida; benefici in termini di salute
Inattività	solo attività leggere della vita quotidiana (es. camminare, salire le scale, portare pesi leggeri), <30 minuti/settimana	< 100	mancato soddisfacimento dei livelli minimi raccomandati
Basso livello	attività moderata 30-150 minuti/settimana; oppure attività vigorosa < 75 minuti/settimana	100-499 (es. attività da 3.5 MET praticata per 90 minuti settimanali = 315 MET-minuti/settimana)	mancato soddisfacimento dei livelli minimi raccomandati; alcuni benefici per la salute (riduzione del rischio di mortalità)
Medio livello	150-300 minuti settimanali di attività moderata / 75-150 minuti di attività vigorosa	500-999 (es. attività da 4 MET praticata per 150 minuti settimanali = 600 MET-minuti/settimana)	soddisfacimento dei livelli minimi raccomandati (500-1000 MET minuti settimanali); riduzione consistente del rischio di mortalità e malattie croniche
Alto livello	> 300 minuti settimanali di attività moderata / > 150 minuti di attività vigorosa	≥ 1000 (es. attività da 3.5 MET praticata per 320 minuti settimanali = 1120 MET-minuti/settimana)	ampio soddisfacimento dei livelli raccomandati; ulteriori benefici per la salute

Linee guida e raccomandazioni su AF

Le linee guida nazionali di diversi paesi stabiliscono un livello minimo di 150 minuti/settimana di AF moderata, o in modo equivalente 75 minuti/settimana di AF vigorosa.

L'American Heart Association (21) raccomanda per un adulto sano 150 minuti alla settimana di attività aerobica moderata (circa 4 MET) più due sessioni settimanali da 30 minuti l'una di allenamento alla forza. Per persone che sono già allenate, le raccomandazioni sono: 75 minuti settimanali di attività aerobica vigorosa (circa 8 MET) più

due sessioni settimanali da almeno 30 minuti l'una di allenamento alla forza.

Secondo l'Istituto di Medicina Statunitense (Office of Disease Prevention and Health Promotion) tutti dovrebbero svolgere 60 minuti giornalieri di AF (Tabella VI); in realtà solo la metà degli Americani pratica i livelli minimi di attività fisica raccomandata nella settimana, e solo il 20% rispetta le indicazioni sia per l'attività aerobica che per quella muscolare.

Le recenti linee guida dell'American College of Sports Medicine (2017) cercano di incentivare la partecipazione di ampie fasce della popolazione all'AF, proponendo screening pre-attività semplificati.

Tabella IV. Livelli minimi di AF raccomandata (Office of Disease Prevention and Health Promotion)

Fascia di popolazione	Indicazione primaria	Indicazione secondaria	Indicazioni aggiuntive	
<i>Bambini e adolescenti</i>	Attività aerobica moderata: 60 minuti tutti i giorni della settimana	Attività aerobica vigorosa inclusa nei 60 minuti giornalieri, per almeno tre giorni alla settimana	Esercizi per la forza muscolare inclusi nei 60 minuti giornalieri, per almeno tre giorni alla settimana	
<i>Adulti</i>	Evitare l'inattività	Attività aerobica moderata, 150 minuti alla settimana; in alternativa, 75 minuti alla settimana di attività aerobica vigorosa (o combinazioni equivalenti)	Per ulteriori benefici: attività aerobica moderata, 300 minuti alla settimana; in alternativa, 150 minuti alla settimana di attività aerobica vigorosa (o combinazioni equivalenti)	Esercizi per la forza muscolare ad intensità moderata-vigorosa, inclusi nella quota settimanale, per almeno due volte alla settimana
<i>Anziani</i>	Attività aerobica moderata, 150 minuti alla settimana; se ciò non fosse possibile, mantenere comunque una vita attiva secondo le proprie capacità	Esercizi per l'equilibrio	Dosare l'intensità e lo sforzo secondo le proprie capacità	Valutare le condizioni per svolgere in sicurezza l'attività fisica
<i>Persone affette da patologie croniche</i>	Svolgere l'attività fisica con regolarità e in modo adattato alle proprie condizioni, dopo avere consultato il medico			

Le linee guida emanate negli Usa per la popolazione generale (20) promuovono:

- l'aumento della quota di AF e il contrasto all'inattività in tutte le fasce della popolazione (bambini, giovani, adulti, anziani, disabili);
- lo svolgimento regolare di attività fisica;
- il raggiungimento della dose minima raccomandata di AF nella maggior parte della popolazione.

Raccomandazioni per gli adulti

Tutti gli adulti dovrebbero evitare la sedentarietà; è preferibile praticare poca AF rispetto a non praticarne nessuna.

Per ottenere benefici sostanziali sulla salute sono richiesti almeno 150 minuti settimanali di AF aerobica moderata, o 75 minuti di attività aerobica vigorosa, o una combinazione equivalente. Le attività aerobiche possono essere suddivise in blocchi di durata minima 10 minuti.

Ulteriori benefici possono essere raggiunti aumentando l'AF a 300 minuti settimanali di attività aerobica moderata, o 150 minuti di attività aerobica vigorosa, o una combinazione equivalente.

In aggiunta all'attività aerobica si dovrebbe svolgere, due o più giorni alla settimana, attività di irrobustimento muscolare a intensità moderata-elevata, coinvolgendo i maggiori gruppi muscolari.

Un semplice strumento come il pedometro (disponibile oramai come app sugli Iphone) può aiutare a contrastare l'inattività; il suo impiego è associato a riduzioni significative del BMI (0.38 kg/m^2), della pressione sistolica (3.8 mmHg) e di quella diastolica (0.3 mmHg) (22).

Per coloro che lamentano la "mancanza di tempo", può essere conveniente organizzare sessioni brevi (10-15 minuti al giorno) di attività moderata-vigorosa coinvolgente grandi masse muscolari; 10 minuti di attività vigorosa apportano gli stessi effetti benefici rispetto a 30 minuti di attività moderata. Anche chi pratica AF solo nel fine settimana ("weekend warrior") ottiene dei benefici in termini di riduzione del rischio di morte per cause generali.

Raccomandazioni per gli anziani

Nell'anziano i disturbi cronici o una condizione di fragilità potrebbero impedire il raggiungimento del limite minimo raccomandato di 150 minuti settimanali di attività moderata; in ogni caso l'anziano dovrebbe cercare di svolgere una attività minima secondo quanto gli è consentito; effetti benefici si riscontrano anche per dosi inferiori a quella raccomandata (15).

Tra gli esercizi adatti all'anziano ci sono quelli per l'allenamento dell'equilibrio e della forza; i primi aiutano a prevenire le cadute, i secondi a contenere il declino naturale della forza muscolare.

Per la pratica in sicurezza di AF, l'anziano dovrebbe calibrare opportunamente lo sforzo fisico, verificare i requisiti percettivi (vista, udito, tatto, tempi di reazione) in relazione all'ambiente, rispettare tempi di recupero e di ri-

poso adeguati, scegliere attrezzature e abbigliamento adatti, scegliere un tipo di AF congruente con le capacità individuali e con obiettivi realisticamente raggiungibili.

Chi è inattivo deve cominciare la pratica con basse quantità e procedere molto gradualmente aumentando poi in sequenza la frequenza e la durata delle sessioni. Chi è affetto da disturbi o malattie, dovrebbe preventivamente consultare un medico; chi ha malattie croniche dovrebbe stabilire col medico il tipo e la dose di AF appropriate.

La pratica di AF in dose sufficiente, la riduzione della sedentarietà, una nutrizione adeguata possono contrastare le principali problematiche legate all'invecchiamento (resistenza anabolica, sarcopenia, declino cognitivo, fragilità) (17).

Raccomandazioni per i bambini e gli adolescenti

Nei bambini e negli adolescenti gli interventi multimodali mirano alla riduzione sistematica della sedentarietà e all'aumento dell'AF abituale, che insieme ad una educazione alimentare corretta potrebbero ridurre la crescita del sovrappeso e dell'obesità e garantire nel futuro migliori livelli di salute nella popolazione (EU Action Plan on Childhood Obesity 2014-2020). Gli interventi possono essere combinati con un approccio formativo, in quanto la pratica di AF attiva nei giovani processi di maturazione, favorendo lo sviluppo personale e sociale.

Raccomandazioni per le donne

Gli interventi preventivi indirizzati alle donne e basati sullo stile di vita (nutrizione e AF) costituiscono un importante investimento sui livelli di salute futuri della popolazione; lo stile di vita adottato dalla puerpera durante la gravidanza e l'allattamento influisce sulla salute della madre e del bambino. Uno dei maggiori determinanti prenatali dell'obesità infantile è il peso corporeo della madre, prima e durante la gravidanza. La madre e l'ambiente familiare esercitano una influenza primaria sulle abitudini salutari di vita dell'individuo. A livello sociale, governativo e sanitario dovrebbe essere un obiettivo primario quello di stimolare nelle famiglie l'adozione di stili di vita sani.

Raccomandazioni per i lavoratori

Nell'ambito occupazionale, e in special modo nel comparto sanitario (raccomandazioni NICE 2017), il mantenimento in salute dei lavoratori si configura come una sfida destinata a diventare sempre più critica negli anni a venire. L'AF può essere proposta ai lavoratori come il mezzo elettivo per mantenere un buon livello di funzionalità fisico-psichica e per ridurre il rischio di sviluppare patologie croniche o disabilità (23). Sono da preferire programmi multidimensionali, comprendenti fasi di pratica (allenamento aerobico, coordinazione, forza, allungamento) e fasi teoriche mirate ad una migliore compren-

sione dell'AF (motricità corporea, schemi di movimento, ergonomia) (24). Solitamente questi programmi provocano nei partecipanti un ridotto ricorso a farmaci/analgesici e favoriscono una migliore auto-percezione della capacità di lavoro. Agevolazioni diverse sul luogo di lavoro possono favorire l'adesione ai programmi (es. convenzioni con strutture sportive e ricreative, disponibilità di docce e spogliatoi, elasticità nella distribuzione dell'orario di lavoro e delle pause).

Principi generali per la pratica di AF

- Praticare poca AF è meglio che non praticarne in assoluto
- L'AF praticata regolarmente riduce il rischio di contrarre disturbi e malattie
- La maggior parte dei benefici aumenta in modo proporzionale all'aumento dell'AF praticata
- La maggior parte dei benefici si ottiene praticando almeno 150 minuti settimanali di AF moderata (es cammino a passo sostenuto)
- Ulteriori benefici si verificano per dosi maggiori di AF
- Sia l'attività aerobica che quella di rafforzamento muscolare sono benefiche per la salute
- I benefici per la salute riguardano tutte le fasce d'età (bambini, adolescenti, giovani, adulti e anziani), donne e uomini, diverse etnie, individui affetti da disabilità
- L'entità dei benefici ottenibili con l'AF sorpassa di gran lunga la possibilità di eventi avversi legati alla pratica di AF

I programmi preventivi centrati sullo stile di vita

L'emergere dell'importanza dell'AF nel contrastare le malattie croniche disabilitanti ha posto con urgenza ai governi la necessità di elaborare modelli di intervento pubblico sostenibili ed efficaci (2,4,25).

Finora è stata confermata l'efficacia e la convenienza di alcuni tipi di programmi preventivi: quelli attuati nelle scuole, nei luoghi di lavoro, e quelli mirati alla popolazione anziana per la prevenzione delle cadute (26). Sono ancora insufficienti invece le evidenze per comprendere quali tipi interventi siano più efficaci nel produrre un aumento significativo e duraturo di AF, e quali siano più adatti per estendere i benefici ad ampie fasce della popolazione.

Il ruolo del sistema sanitario nella implementazione dei programmi preventivi dovrebbe essere quello di diffondere una maggiore conoscenza scientifica dell'AF, al fine di stimolare negli individui l'adesione a stili di vita attivi e promuovere la pratica abituale dell'AF. Attraverso la prevenzione primaria si cerca di migliorare gli stili di vita nella popolazione per ridurre il carico delle malattie. Lo stile di vita ha un impatto notevole sulla salute in quanto agisce sui fattori di rischio principali: dieta e attività fisica.

L'Europa ha implementato numerosi programmi per incentivare l'AF tra i giovani e stili di vita attivi nella popolazione generale (5,27).

A livello urbano le politiche di incentivazione alla mobilità non motorizzata, oltre ad avere una potenziale ric-

duta ecologica ed economica, rappresentano un investimento per il benessere delle comunità e per la salute delle future generazioni (28). L'efficacia di questi interventi è legato, oltre che ad una adeguata progettazione delle vie di comunicazione pedonali e ciclabili, anche ad una opportuna opera educativa sociale. La presenza di percorsi ciclopedonali sicuri è associata ad un incremento del 60% degli spostamenti non motorizzati (29,30,31).

Le abitudini alimentari influenzano potentemente la salute, favorendola se il peso corporeo viene mantenuto entro limiti ottimali (BMI, Body Mass Index, 20-25 kg/m²). La dieta influisce direttamente su obesità, ipertensione, dislipidemia, diabete ed eventi cardiovascolari, ed il massimo effetto salutare è ottenuto tramite la dieta mediterranea.

Raggiungere e mantenere il peso ideale ha diversi effetti metabolici e riduce il rischio cardiovascolare. Negli ultimi decenni in tutti i paesi il BMI è aumentato, determinando un corrispettivo aumento nella prevalenza di diverse malattie. La dieta, l'esercizio e lo stile di vita sono le terapie fondamentali per l'obesità ed il sovrappeso; la sfida è rendere i risultati soddisfacenti nel lungo periodo.

Si stima che per contrastare l'aumento di peso corporeo in buona parte della popolazione sarebbe necessaria una riduzione dell'introito calorico di circa 100 Kcal al giorno; per i bambini e i giovani, l'eccedenza calorica giornaliera stimata è di circa 200 Kcal/giorno rispetto al 1970. Negli adulti obesi (con BMI ≥ 35 , attualmente il 14% della popolazione), il deficit calorico giornaliero necessario per tornare ad un peso corporeo salutare dovrebbe ammontare a 500 Kcal, mantenuto per un periodo di oltre 3 anni.

Programmi educativi rivolti alle scuole o alle famiglie contribuiscono a rendere le scelte alimentari più consapevoli, indirizzando verso cibi meno raffinati e qualitativamente più sani.

La gestione corretta del peso corporeo non è tuttavia ottenibile attraverso una sola misura, ma risulta da una serie di comportamenti; adeguati programmi di AF associata ad una dieta ipocalorica moderata sono fondamentali per ottenere una perdita di peso mirata prevalentemente alla massa grassa, senza intaccare eccessivamente la massa magra (32).

Adulti obesi che adottano programmi per una perdita di peso del 5-10% attraverso la restrizione calorica, ma senza un adeguato programma di AF, possono perdere dal 10 al 50% della massa magra, inficiando lo stato di salute e di funzionalità. Una perdita eccessiva di massa magra, oltre a ridurre la funzionalità muscolare, provoca l'abbassamento del metabolismo (circa 40 Kcal ogni chilo di massa magra persa), riportando quindi il soggetto ad un facile riacquisto del peso perso. Programmi adeguati per la perdita di peso comprendono l'AF; in particolare, l'esercizio muscolare (con pesi) è più efficace per mantenere la massa magra, rispetto all'esercizio aerobico.

D'altra parte, dal punto di vista preventivo, il livello di fitness individuale (massima capacità aerobica) è più importante del peso corporeo: soggetti "unfit" mostrano lo stesso rischio di mortalità, che siano essi normopeso o obesi. Uno stile di vita attivo contribuisce a preservare la

capacità aerobica (che normalmente decresce del 10% per ogni decade di età), anche con l'invecchiamento.

L'impiego terapeutico dell'AF

L'esercizio fisico costituisce anche un intervento sanitario efficace nel trattamento di numerose patologie croniche e, in termini di riduzione della mortalità, determina benefici simili a quelli ottenibili dai farmaci nella prevenzione secondaria di patologie coronariche, riabilitazione post-ictus, scompenso cardiaco e prevenzione del diabete; in patologie meno severe (mal di schiena, artrosi) apporta benefici rilevanti sui sintomi e sulla qualità di vita (33).

AF come parte del trattamento di malattie croniche

Lo svolgimento regolare di AF secondo le raccomandazioni riduce i seguenti rischi:

Rischio	Riduzione % del rischio	Grado di evidenza
morte	20-35	forte
malattia cardiovascolare e ictus	20-35	forte
diabete tipo II	35-50	forte
cancro al colon	30-50	forte
cancro al seno	20	forte
frattura dell'anca	36-68	moderato
depressione	20-30	forte
Alzheimer	30	moderato

Malattie cardiovascolari

Sebbene le malattie cardiovascolari (*cardiovascular diseases*, CVD) siano in declino dagli anni '80, esse costituiscono nel mondo ancora una delle maggiori cause di mortalità e morbidità, e in Europa comportano un costo pari al 9% della spesa sanitaria totale. Molti fattori di rischio persistono, e anzi sono aumentati (obesità, diabete mellito); inoltre vi sono ancora molte lacune nella implementazione delle misure preventive, rivolte sia alla popolazione generale che agli individui a rischio o già portatori di CVD.

La prevenzione CVD si attua principalmente attraverso la promozione di un corretto stile di vita, comprendente la riduzione dell'inattività, la cessazione dal fumo, una corretta alimentazione.

La Società Europea di Cardiologia insieme ad altre Società per la Prevenzione CVD hanno elaborato nel 2016 le Linee Guida (34), intese come strumento rivolto ai servizi medici di base per promuovere la prevenzione su tutte le fasce della popolazione, e specialmente favorendo l'adozione di stili di vita sani. Il dimezzamento nella mortalità CV ottenuto negli ultimi 30 anni nei paesi sviluppati è infatti da attribuire a cambiamenti nello stile di vita, alla riduzione nei livelli di colesterolo e di pressione arteriosa, oltre alla cessazione dal fumo (che da sola dimezza il rischio).

Gli interventi sullo stile di vita mostrano un alto grado di efficacia, sia negli individui ad alto rischio CV, che nella popolazione generale e negli individui a basso rischio CV.

Considerato che l'obesità è un importante modificatore del rischio, interventi per la corretta gestione del peso devono essere promossi specialmente nella popolazione giovanile a rischio CV.

Per la popolazione anziana a rischio CVD le indicazioni sono più controverse, in quanto l'invecchiamento rappresenta un fattore intrinseco di rischio CV.

Strategie cognitivo-comportamentali, interventi multimodali e il monitoraggio da parte di una équipe multidisciplinare sono efficaci per promuovere cambiamenti nello stile di vita.

Le Linee Guida indicano i livelli desiderabili per i vari fattori di rischio associati a CVD (Tabella V).

I livelli di AF raccomandati corrispondono a quelli per la popolazione generale, comprese attività di allenamento alla forza (Tabella VI).

La sedentarietà è il maggiore fattore di rischio per CVD, indipendentemente dall'AF svolta; chi passa dalla inattività a 60 minuti di AF moderata settimanali gode dei maggiori benefici (in termini di riduzione del rischio). Anche a 50 anni d'età, soggetti inattivi che cominciano la

Tabella V. Valori ideali per i fattori di rischio CV, secondo Linee Guida (da Piepoli et al, 2016)

fumo	Nessuna esposizione
dieta	Pochi grassi saturi; alimenti integrali, vegetali, frutta, pesce
attività fisica	150 minuti settimanali di attività aerobica moderata (30 minuti/giorno, per 5 giorni alla settimana) o 75 minuti settimanali di attività aerobica vigorosa (15 minuti/giorno, per 5 giorni alla settimana)
peso	BMI 20-25 kg/m ² ; circonferenza addominale <94 cm (uomini) o <80 cm (donne)
pressione arteriosa	<140/90 mmHg (considerare limiti più alti nel caso di anziani fragili)
lipidi:	
– LDL	Rischio molto alto: <1.8 mmol/L (<70 mg/dL); Rischio alto: <2.6 mmol/L (<100 mg/dL); Rischio basso-moderato: <3.0 mmol/L (<115 mg/dL)
– HDL-C	Nessun limite; valori >1.0 mmol/L (>40 mg/dL) negli uomini e >1.2 mmol/L (>45 mg/dL) nelle donne indicano un minore rischio
– trigliceridi	Nessun limite; valori <1.7 mmol/L (<150 mg/dL) indicano un minore rischio; per valori maggiori si suggeriscono ulteriori controlli
diabete	HbA1c <7%. (<53 mmol/mol)

Tabella VI. Raccomandazioni per lo svolgimento di AF negli adulti

	<i>European Society for Cardiology</i>	<i>American Heart Association</i>
Moderata	30-60 min per giorno (per 5 gg alla settimana)	30 min per giorno (per 5 gg alla settimana)
Moderata-Vigorosa	25 min per giorno (per 5 gg alla settimana)	40 min (3-4 gg alla settimana)
Vigorosa	15-30 min per giorno (per 5 gg alla settimana)	25 min (3-4 gg alla settimana)
Attività addizionali di muscolazione (quota di esercizio per ogni distretto; esercitare 2 distretti al giorno)	3 set di 8-12 ripetizioni* ciascuno (2 gg alla settimana)	1 set di 8-12 ripetizioni* ciascuno (2 gg alla settimana)

* L'intensità di ogni ripetizione viene stabilita individualmente in modo da corrispondere al 60-80% della massima capacità individuale (intesa come la resistenza alla quale può essere svolta una sola massima ripetizione)

pratica di AF mostrano, a 10 anni di distanza, una riduzione nella mortalità del 49% rispetto a chi è rimasto inattivo (un beneficio superiore a quello ottenibile dalla cessazione del fumo).

Effetti positivi dell'AF si riscontrano anche nei pazienti più gravi (storia di infarto acuto del miocardio con comorbidità, o scompenso cardiaco avanzato). Il carico di lavoro scelto dovrebbe essere sempre graduale e ben tollerabile; almeno inizialmente è opportuna una supervisione medica. Le controindicazioni all'esercizio includono ischemia instabile, scompenso non stabilizzato o aritmie, ipertensione o diabete non stabilizzati, patologie sistemiche acute o febbre, valvulopatie cardiache o altre condizioni cardiache rischiose.

L'AF contribuisce a migliorare il profilo glicemico, lipidico (aumento di HDL di circa 2.5 mg/dl) e pressorio (riduzione di 3.4/2.4 mmHg), riduce l'obesità (6.4 kg di perdita di peso per anno) ed il ritmo cardiaco, agendo sul tono vagale. La misura della capacità aerobica è un buon predittore del rischio di mortalità per malattia cardiovascolare: per ogni MET di aumento nella capacità aerobica si riduce il rischio di mortalità del 19%.

Prevenzione secondaria CV

Il trattamento dei pazienti che hanno subito infarto miocardico, intervento coronarico, insufficienza cardiaca o angina persistente, prevede inizialmente una fase di riabilitazione cardiaca che dovrebbe poi continuare con lo svolgimento regolare di AF (ma attualmente solo il 38% dei pazienti partecipa effettivamente a questi programmi).

Per iniziare la pratica di AF sono adatti 10 minuti di cammino giornaliero, inserendo poi gradualmente altre attività. Il paziente deve essere educato a riconoscere eventuali segnali di malessere (dolore al petto, mancanza di fiato) che richiedono un immediato controllo.

Lo svolgimento di AF nei pazienti cardiaci comporta una incidenza molto bassa di eventi avversi, fatali e non fatali (circa 1 evento di morte ogni 18000 partecipanti). I benefici potenziali superano largamente i rischi presunti, che possono essere limitati da una attenta gestione dei sintomi e da un corretto dosaggio delle attività.

Ipertensione arteriosa

Attualmente la prevalenza di ipertensione stimata nella popolazione adulta è del 30-45%; la prevalenza è ancora maggiore nella popolazione anziana.

Valori elevati di pressione arteriosa (Pa) sono fattori di rischio maggiori per lo sviluppo di malattia coronarica e cerebrovascolare, infarto, malattia arteriosa periferica, malattia renale, fibrillazione atriale. Il trattamento è necessario a seconda dei livelli di Pa e del rischio CV generale. I benefici sono legati soprattutto alla riduzione dei valori pressori.

L'esercizio fisico è il fattore terapeutico più efficace tra quelli dello stile di vita, e viene raccomandato per la prevenzione, il trattamento ed il controllo dell'ipertensione da diverse commissioni ed enti (Eighth Joint National Committee, American Heart Association/American College of Cardiology Lifestyle Work Group, American College of Sports Medicine, European Society of Hypertension/ European Society of Cardiology, Canadian Hypertension Education Program). Le dosi di AF raccomandate corrispondono a quelle per la popolazione generale.

La recente modifica (2017) da parte dell'American College of Cardiology e dell'American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines dei livelli di pressione arteriosa considerati patologici (130/80mmHg rispetto ai precedenti 140/90mmHg) innalza di fatto la quota di soggetti affetta da ipertensione (46% rispetto al precedente 32%). Le linee guida sconsigliano di trattare l'ipertensione con farmaci, se non quando abbia raggiunto i 140/90 mmHg; è preferibile incentivare i pazienti a migliorare la loro aderenza a programmi basati sullo stile di vita.

L'AF, ed in particolare l'esercizio aerobico moderato-vigoroso condotto per almeno 12 settimane, con 3-4 sedute (di durata 40 minuti) per settimana, viene considerata con alta evidenza un efficace intervento terapeutico non-farmacologico, in grado di ridurre la pressione arteriosa di 1-5 mHg in adulti ipertesi (una riduzione di 2 mmHg della pressione sistolica abbassa del 10% il rischio di mortalità per ictus, e del 7% quella per cause vascolari). L'effetto sulla Pa è immediato dopo lo svolgimento di una sessione di AF, e perdura per le 24 ore (ipotensione post-esercizio o a breve termine). Dato che molti adulti ipertesi sono anche sovrappeso, un aumento nella frequenza/volume di AF potrebbe essere necessario per raggiungere un dispendio energetico settimanale sufficiente da portare ad un effettivo calo e controllo del peso corporeo (35).

Soggetti a basso rischio CV possono intraprendere AF moderata senza previo consulto medico; soggetti sedentari a rischio CV dovrebbero ricorrere al consulto medico prima di intraprendere AF vigorosa o sport.

Modalità raccomandate di svolgimento dell'AF per il trattamento dell'ipertensione:

Frequenza: si raccomanda di esercitarsi la maggior parte, se non tutti i giorni della settimana

Intensità: viene generalmente consigliata l'intensità moderata

Durata: la durata ottimale di ciascuna sessione è intorno ai 30 minuti, possibilmente tutti i giorni della settimana. La quota giornaliera di 30 minuti può essere suddivisa in fasi di durata minore (almeno 10 minuti)

Tipo: l'AF aerobica è la più efficace per ridurre la Pa; gli esercizi di forza hanno effetti molto minori

Cancro

L'AF ha una forte capacità protettiva contro il cancro di colon, seno, endometrio, ed una moderata capacità protettiva verso il cancro di polmone e ovaie (Tabella VII). La ricerca recente indica che svolgere AF regolare, sia prima che dopo la diagnosi di cancro, aumenta non solo la funzionalità ed il benessere, ma anche la sopravvivenza dei pazienti. La minima dose utile è 90 minuti di AF moderata (es. cammino). Non è scientificamente fondato il timore che lo svolgimento di AF provochi un eccessivo affaticamento nei pazienti in trattamento (chemioterapia, radioterapia, terapia ormonale).

Le persone che sopravvivono al cancro spesso modificano lo stile di vita, migliorando la dieta e smettendo di fumare; tuttavia i loro livelli di AF rimangono generalmente molto bassi. La pratica regolare di AF nei pazienti è associata ad una riduzione di morte per cause generali (41%), per cancro del seno (34%), e ad una riduzione del rischio di recidiva (24%) (36,37); inoltre la pratica regolare di AF riduce l'ospedalizzazione, l'ansietà ed effetti collaterali quali nausea, linfedema, fatica, dolore.

I rischi di eventi avversi e di scarsa qualità della vita sono maggiori negli inattivi. I pazienti che dopo la diagnosi riducono il livello di AF mostrano un rischio di morte aumentato di quattro volte.

Per il cancro del colon-retto il rischio di malattia ricorrente e di mortalità viene ridotto del 50% praticando 6 ore settimanali di AF moderata (38). Per il cancro alla prostata il rischio di mortalità specifica si riduce del 30%, e la progressione della malattia si riduce del 57%, praticando 3

ore settimanali di AF moderata; una dose contenuta di AF vigorosa contribuisce ulteriormente a ridurre il rischio di mortalità specifica (39,40).

I pazienti sopravvissuti al cancro, e che sono stati sottoposti a radioterapia o chemioterapia, vanno spesso incontro a cardiotossicità legata allo sviluppo di ROS (reactive oxygen species), con possibile sviluppo di macro e micro lesioni vascolari, o possibile ipertensione; per questi pazienti è fortemente consigliato uno stile di vita basato su AF regolare, dieta corretta, astensione dal fumo, controllo del peso corporeo. La AF aerobica è raccomandata come il trattamento non farmacologico preferenziale per prevenire o trattare la cardiotossicità indotta da chemioterapici.

Malattia polmonare ostruttiva cronica (COPD)

La malattia ostruttiva polmonare cronica ha una elevata prevalenza, e secondo le previsioni potrebbe costituire nel 2030 la terza malattia come carico di morbidità a livello mondiale. Essa affligge anche la popolazione giovane e in età lavorativa, con un grave impatto sulle attività quotidiane e sulla vita lavorativa, a volte provocando anche la cessazione del lavoro per inabilità (circa un paziente su cinque in età lavorativa). Solo il 6% dei pazienti COPD è priva di comorbidità. Circa il 65% dei pazienti COPD risulta sovrappeso o obeso, con aumentata comorbidità per diabete mellito e malattie cardiovascolari, ma anche per ipertensione e osteoartrite, oltre ad aumentato sintomo di dispnea e maggiore uso di farmaci (41).

L'ospedalizzazione dei pazienti COPD è legata soprattutto ad esacerbazione della malattia, e comporta nei paesi sviluppati una spesa pari al 50% dei costi sanitari diretti.

L'AF è il più potente predittore di mortalità nei pazienti COPD.

La riabilitazione polmonare e l'esercizio fisico possono aumentare la capacità funzionale e migliorare la qualità di vita nel paziente. La riabilitazione polmonare svolta tempestivamente riduce il tasso di riospedalizzazione da 33% a 7% nel medio periodo. L'AF, svolta anche in dosi minime giornaliere, apporta benefici significativi al paziente. L'attività aerobica aumenta nel paziente COPD l'assorbimento di ossigeno e la capacità di resistenza; riduce la ventilazione al minuto, la frequenza cardiaca, la dispnea, il lattato ematico. Anche l'allenamento alla forza apporta benefici a questi pazienti.

Tabella VII. AF nella prevenzione del cancro

Tipo di cancro	Effetto di riduzione % del rischio da parte della AF	Grado di evidenza	note
Seno	20 - 50	Forte	Particolarmente per donne in menopausa
Colon	30 - 50	Forte	AF riduce il tempo di contatto delle sostanze carcinogene con le pareti intestinali
Endometrio	20 - 30	Forte	—
Prostata	10 - 20	Moderato	Riduce l'effetto del testosterone
Polmone	20 - 40	Moderato	—
Ovaie	20	Moderato	—
Altri	—	Basso	—

AF nel trattamento dei pazienti COPD

<i>Capacità funzionale</i>	Bassi livelli di AF sono associati con bassa FEV1; AF riduce il declino nella FEV1 e rallenta il progresso della malattia; 30 minuti di cammino giornaliero aumentano la FEV1.
<i>Eventi esacerbanti</i>	I pazienti più attivi hanno meno probabilità di ospedalizzazione; AF < 2 h/settimana è un forte predittore di ospedalizzazione in pazienti gravi.
<i>Dispnea</i>	Un aumento di AF è associato con riduzione nei sintomi di dispnea.
<i>Comorbidità</i>	Bassi livelli di AF sono associati con più comorbidità rispetto a livelli medi/alti di AF.
<i>Mortalità</i>	AF è il più forte predittore di mortalità per cause generali nei pazienti COPD.
<i>Qualità della vita</i>	Vi sono evidenti correlazioni tra AF e qualità della vita nei pazienti COPD.

Diabete

Il diabete colpisce attualmente circa 400 milioni di individui nel mondo (nel 90% dei casi diabete mellito tipo II), ed è in continua crescita, soprattutto in Asia, Africa e Oceania.

Le comorbidità legate al diabete sono numerose: infarto, ictus, problemi renali, agli occhi, ai piedi. La presenza di diabete raddoppia il rischio CVD, anche in soggetti giovani.

La prevenzione e la gestione del diabete si attua principalmente attraverso una modifica dello stile di vita (European Association for the Study of Diabetes). Molti pazienti diabetici sono obesi; il controllo del peso è una componente centrale dei programmi preventivi.

L'AF regolare dimezza il rischio di sviluppare diabete; l'efficacia dell'AF è superiore a quella della dieta da sola, e pari alla combinazione di AF e dieta insieme.

L'AF apporta benefici contribuendo alla salute generale e migliora i livelli glicemici nel sangue grazie ad una aumentata sensibilità all'insulina, sia nei soggetti affetti da prediabete che nei soggetti affetti da diabete tipo I e tipo II.

150 minuti settimanali di AF e una dieta impostata per una perdita di peso del 5-7% riducono del 58% il rischio di sviluppare diabete tipo II partendo da una condizione di ridotta tolleranza al glucosio; inoltre l'AF ritarda l'insorgere della malattia (42).

Il rischio di complicanze del diabete è direttamente correlato ad un buon controllo glicemico.

Nel paziente con diabete tipo II sia l'attività aerobica che l'allenamento alla forza migliorano il controllo glicemico; i risultati migliori si ottengono con un abbinamento dei due tipi di esercizio.

Nel caso del diabete tipo II l'approccio multidimensionale è molto importante: modifiche alle abitudini alimentari e svolgimento regolare di AF, gestione dell'iperglicemia e della pressione arteriosa, riduzione dei livelli di lipidi nel sangue.

Programmi di AF riducono l'emoglobina glicata, il tessuto adiposo ed i trigliceridi.

Studi longitudinali mostrano che tra i pazienti con diabete, quelli meno attivi e con minore capacità aerobica hanno tassi di mortalità più alti (fino a 4.5 volte superiori) rispetto ai più attivi.

Recentemente l'American Diabetes Association (ADA) ha pubblicato un aggiornamento sulle raccomandazioni e precauzioni circa l'AF per soggetti con diabete tipo I e II, e diabete gestazionale (43,44). In base a queste non è necessario per un adulto sedentario asintomatico sottoporsi a visita medica di controllo prima di cominciare AF leggera-moderata; occorre invece il consulto medico per adulti diabetici che intendano intraprendere AF a intensità maggiori di quelle abituali, o che abbiano un elevato rischio cardiovascolare o altre comorbidità.

È da valutare la eventuale presenza di morbidità (sarcopenia, fragilità, osteoporosi, osteoartrite, neuropatia periferica) per impostare adeguate condizioni di sicurezza durante la pratica di AF.

Secondo ADA (2016), la maggior parte degli adulti con diabete tipo I e II dovrebbero svolgere almeno 150 minuti settimanali di AF da moderata a vigorosa, distribuendo le sessioni su almeno 3 giorni settimanali, in modo da non lasciare trascorrere più di due giorni inattivi (in quanto l'effetto della AF sull'insulina è transitorio) (Tabella VIII). Anche i giovani diabetici possono trarre vantaggi per la fitness e la salute cardiovascolare, svolgendo 75 minuti settimanali di attività aerobiche vigorose, anche sotto forma di interval-training.

Una novità nelle raccomandazioni ADA è l'allenamento cosiddetto "HIIT" che consiste in fasi molto brevi (da secondi a minuti) di esercizio molto intenso con periodi di recupero interposti (riposo o esercizio più lieve). Questo tipo particolare di allenamento aumenta la sensibilità all'insulina e migliora i livelli glicemici nel sangue negli adulti con diabete tipo II. Gli adulti con diabete tipo I possono adottare l'allenamento HIIT con appropriati cambi di regime (ad esempio più insulina durante e dopo l'esercizio e ridotta somministrazione durante la notte, insieme ad una assunzione di alimenti che prevenga l'ipoglicemia notturna). Non è comunque un tipo di allenamento adatto a tutti, ma solo a soggetti clinicamente stabili, già abituati ad attività moderata-pesante, e che possono essere clinicamente controllati.

L'allenamento alla forza con una frequenza settimanale di 2-3 giorni non consecutivi procura dei benefici ai pazienti diabetici: aumento della capacità muscolare e mantenimento della indipendenza nelle attività quotidiane. L'esercizio muscolare può inoltre ridurre il rischio di sviluppare ipoglicemia negli adulti con diabete tipo I, soprattutto se svolto appena prima dell'attività aerobica.

Per i più anziani sono raccomandati sia esercizi di flessibilità che di equilibrio, per 2-3 giorni settimanali, compresi esercizi di rafforzamento dei muscoli degli arti inferiori e dei settori più interni.

Lo yoga favorisce un migliore controllo glicemico, lipidico e della composizione corporea negli adulti con diabete tipo II. Il Tai-chi può aiutare a contrastare i sintomi

neuropatici e a migliorare la qualità della vita negli adulti diabetici e neuropatici.

Un aumento generale nei livelli di attività quotidiane contribuisce ad aumentare il dispendio energetico e a migliorare l'equilibrio glicemico, evitando il picco iperglicemico postprandiale (soprattutto se l'attività viene svolta dopo il pasto).

Sempre per un migliore controllo glicemico, l'attività sedentaria prolungata dovrebbe essere interrotta spesso (ad esempio 15 minuti di cammino dopo i pasti, o esercizi leggeri svolti per 3 minuti dopo 30 minuti di inattività). Queste attività non sostituiscono in alcun modo la dose di AF raccomandata, ma sono da intendersi come complementi, importanti anche per la prevenzione del diabete II e per la reversione degli stati di prediabete.

Per i diabetici di tipo I le indicazioni sulla AF sono più complesse (45) e possono comportare modifiche individualizzate agli introiti alimentari o alle dosi di insulina. L'ipoglicemia indotta da esercizio è più frequente nei diabetici tipo I; può essere prevenuta attraverso particolari tecniche (es. brevi sprint o esercizi muscolari svolti prima dell'attività aerobica; alternanza con esercizi moderati o con attività leggere di recupero). L'assunzione di dosi eccessive di carboidrati prima o durante l'esercizio, combinato con una aggressiva riduzione dell'insulina, favorisce l'ipoglicemia; è sconsigliato allenarsi in queste condizioni.

L'invecchiamento può comportare per il diabetico un peggiore controllo della glicemia e la comparsa di neuropatie periferiche, con alterazione della circolazione sanguigna superficiale e con possibili disagi nella termoregolazione o nella idratazione. ADA raccomanda agli anziani con diabete o con neuropatie periferiche, con complica-

zioni cardiovascolari o polmonari, di evitare di esercitarsi all'aperto durante giornate caldo-umide.

Occorre anche prevenire i disturbi muscoloscheletrici procedendo con estrema gradualità nel somministrare il carico dell'allenamento, soprattutto in soggetti che assumono statine per il controllo lipidico, e ricorrere ad appropriate calzature. In presenza di neuropatia autonoma è opportuno evitare rapidi cambi di direzione, prevenire la disidratazione e il surriscaldamento con adeguata assunzione di liquidi. Soggetti con retinopatia diabetica dovrebbero evitare attività intense, potenzialmente traumatiche, o svolte in apnea. Soggetti con nefropatia diabetica possono esercitarsi in modo sicuro. Per quanto riguarda le donne gravide pre-affette da diabete di qualsiasi tipo, è raccomandato lo svolgimento quotidiano di 20-30 minuti di attività moderata. Idealmente l'AF dovrebbe essere intrapresa già prima della gravidanza, per ridurre il rischio di diabete gestazionale.

Osteoartrite

Una AF moderata regolare aiuta non solo a prevenire lo sviluppo di osteoartrite (fenomeno infiammatorio), ma anche a ridurre il dolore e aumentare la funzionalità nei pazienti già affetti da osteoartrite dell'anca o del ginocchio.

Il 50% dei pazienti affetti da osteoartrite tende all'inattività, ritenendo a torto che il riposo giovi alle articolazioni; solo l'8% di essi osserva le raccomandazioni, e più del 57% delle donne con osteoartrite non raggiunge neppure 10 minuti di attività settimanale.

Una AF moderata migliora la qualità delle cartilagini e rafforza i muscoli. Si raccomanda lo svolgimento di 150 minuti settimanali di attività a bassissimo impatto, come il cammino.

Tabella VIII. AF raccomandata in caso di diabete (da Colberg 2017)

	Attività aerobica	Allenamento di forza	Flessibilità, esercizio
<i>Tipo di esercizio</i>	Attività prolungate - ritmiche, con impiego di grandi masse muscolari (cammino, ciclismo, nuoto). Può essere svolta di continuo o sotto forma di interval-training.	Macchine con pesi, bilanceri, manubri, bande elastiche, esercizi contro gravità a corpo libero.	Stretching statico e dinamico, yoga.
<i>Intensità</i>	Da moderata a vigorosa (scala RPE 13 - 17).	Da moderata (15 ripetizioni) a vigorosa (6-8 ripetizioni).	Allungamento; esercizi di equilibrio da leggeri a moderati.
<i>Durata</i>	Almeno 150 minuti/settimana a intensità moderata - vigorosa per la maggior parte degli adulti diabetici. Per adulti allenati, attività vigorose per 75 minuti settimanali.	Almeno 8-10 esercizi con 1-3 set di 10-15 ripetizioni.	Flessibilità: mantenere posizioni statiche o effettuare esercizi dinamici per 10-30 secondi; 2-4 ripetizioni per ogni esercizio. Per l'equilibrio qualsiasi durata è adatta.
<i>Frequenza</i>	3-7 giorni a settimana, evitando di lasciare più di 2 giorni consecutivi inattivi.	Almeno 2 giorni (non consecutivi) a settimana, meglio 3.	Flessibilità: ≥2-3 giorni a settimana. Equilibrio: ≥2-3 giorni a settimana.
<i>Progressione</i>	Per la fitness, preferire attività aerobiche vigorose; sia quelle continue che quelle ad intervallo sono adatte alla maggior parte degli adulti diabetici.	Allenamento inizialmente moderato (10-15 ripetizioni per set) con progressivo aumento del peso o della resistenza e corrispondente minore numero di ripetizioni (8-10 ripetizioni per set). In sequenza: aumento nella resistenza, nel numero di set, nella frequenza dell'allenamento.	Esercizi di flessibilità ed equilibrio, aumentando man mano progressivamente la durata e/o la frequenza.

Non ci sono controindicazioni per l'attività moderata, di tipo aerobico o muscolare. L'eventuale dolore insorgente all'inizio di un programma di AF si riduce man mano che i muscoli si rafforzano e le articolazioni si stabilizzano.

Attività eccessivamente vigorose, come remare, sciare, corsa su lunghe distanze possono invece aumentare il rischio di osteoartrite, a causa di micro-traumi sulle cartilagini o al carico gravante su anca e ginocchio.

Osteoporosi

L'AF aumenta la forza muscolare, la mobilità e l'equilibrio, riducendo il rischio di caduta e di frattura, e migliorando la qualità della vita. L'inattività è associata a bassi indici di densità minerale ossea e aumentato rischio di sviluppare osteoporosi nel lungo termine. La perdita di minerali ossei inizia già verso i 20 anni d'età. Le donne nei primi anni della menopausa possono perdere anche fino al 20% della massa ossea. Un paziente completamente allettato ha una perdita di calcio di 200-300 mg per settimana.

Un'attività aerobica regolare, contro gravità ed associata ad esercizi muscolari ha un effetto positivo sulla densità minerale ossea del rachide in donne in menopausa. Il cammino è un esercizio efficace per le ossa dell'anca. Esercizi di equilibrio, di forza e di stabilizzazione lombare portano ad una migliorata capacità funzionale, riducono il dolore e contribuiscono ad una migliore qualità della vita.

Artrosi del ginocchio e dell'anca

L'AF è efficace per ridurre il dolore e per migliorare la funzionalità, indipendentemente dall'età del soggetto e dalla severità di questa patologia cronica degenerativa. Sono consigliati il rinforzo muscolare, l'esercizio aerobico e la mobilizzazione articolare. L'esercizio può essere svolto a secco o in acqua, meglio se supervisionato. Per soggetti sovrappeso o obesi è più efficace la combinazione con un programma per la perdita di peso.

Lombalgia cronica aspecifica

L'esercizio dovrebbe essere supervisionato e mantenuto regolarmente per un periodo consistente, comprendendo attività aerobica, di muscolazione, allungamento e de-tensione. Il programma prevede il recupero graduale della funzionalità, insieme a un intervento educativo.

Depressione

L'AF è consigliata come efficace trattamento antidepressivo nelle linee guida NICE (2009). Lo svolgimento regolare di AF è associata, con forte livello di evidenza, a una riduzione di circa un terzo del rischio di depressione. Il livello di AF raccomandato è di 150 minuti settimanali di attività moderata o 75 minuti settimanali di attività vigorosa, meglio se condotti in ambiente aperto e naturale. Le linee guida NICE raccomandano, per soggetti affetti da sintomi depressivi persistenti o disturbi fisici cronici, lo svolgimento di sessioni strutturate di AF, associate anche a trattamento cognitivo-comportamentale in gruppo. L'AF è comparabile in termini di efficacia alla terapia cognitivo comportamentale (48).

Conclusioni

Diverse evidenze scientifiche mostrano che la pratica regolare e in dosi sufficienti di attività fisica è efficace per il mantenimento e il recupero della salute, e costituisce un valido strumento per la prevenzione e il trattamento di molte patologie croniche.

L'attività fisica dovrebbe essere promossa dagli enti interessati alla prevenzione ed alla salute come elemento fondamentale dello stile di vita, fornendo indicazioni chiare e precise circa le modalità raccomandate di svolgimento, e diffondendone la conoscenza scientifica in più ampie fasce della popolazione.

Bibliografia

- 1) Vuori IM, Lavie CJ, Blair SN. Physical activity promotion in the health care system. *Mayo Clin Proc* 2013; 88(12): 1446-1461.
- 2) Buscemi S, Giordano C. Physical activity and cardiovascular prevention: Is healthy urban living a possible reality or utopia? *European Journal of Internal Medicine* 2017; 40: 8-15.
- 3) Numan D, Mahtani KR, Roberts N, et al. Physical activity for the prevention and treatment of major chronic disease: an overview of systematic reviews. *Systematic Reviews* 2013; 2: 56.
- 4) World Health Organization. Global Action Plan for the prevention and control of the noncommunicable diseases 2013-2020. Geneva, 2013.
- 5) World Health Organization. Regional Office for Europe. Physical Activity Strategy for the WHO European Region 2016-2025. Copenhagen, 2016. ISBN 978 92 890 5147 7
- 6) Alley DE, Ferrucci L, Barbagallo M, et al. A research agenda: the changing relationship between body weight and health in aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63: 1257-1259.
- 7) Beavers KM, Ambrosius WT, Rejeski WJ, et al. Effect of exercise type during intentional weight loss on body composition in older adults with obesity. *Obesity* 2017; 25: 1823-1829. doi: 10.1002/oby.21977
- 8) Munoz-Vera T, Sanudo B, del Pozo-Cruz B, et al. Influence of the level of physical activity on physical fitness, lipid profile and health outcomes in overweight/obese adults with similar nutritional status. *Sci sports* 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2016.05.006>
- 9) Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes mellitus risk in women: a prospective study. *JAMA* 1999; 282: 1433-1439.
- 10) Zhang JQ, Thomas TR, Ball SD. Effect of exercise timing on postprandial lipemia and HDL cholesterol subfractions. *J Appl Physiol* 1998; 85(4): 1516-1522.
- 11) Olsen RH, Krogh-Madsen R, Thomsen C, et al. Metabolic responses to reduced daily steps in healthy nonexercising men. *JAMA* 2008; 299(11): 1261-1263.
- 12) Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* 2012; 380: 247-57.
- 13) Lee IM, et al. Effects of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet* 2012 published online July 18
- 14) Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, et al. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med* 2011; 41(2): 207-15. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.004.
- 15) Hupin D, Roche F, Gremeaux V, et al. Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged ≥60 years: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015; 49: 1262-1267.
- 16) Knight JA. Physical inactivity: associated diseases and disorders. *Annals of Clinical & Laboratory Science* 2012; 42(3): 320-337.
- 17) Shad BJ, Wallis G, van Loon LJC, et al. Exercise prescription for the older population: the interactions between physical activity, sedentary

- time, and adequate nutrition in maintaining musculoskeletal health. *Maturitas* 2016; 93: 78-82. doi: 10.1016/j.maturitas.2016.05.016
- 18) Cyarto EV, Moorhead GE, Brown WJ. Updating the evidence relating to physical activity intervention studies in older people. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2004; 7(1): Supplement: 30-38.
 - 19) World Health Organisation: Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva; 2010: 60.
 - 20) U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines for americans. 2008. www.health.gov/paguidelines ODPHP Publication No. U0036.
 - 21) Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Circulation* 2007; 116: 1081-1093.
 - 22) Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA* 2007; 298(19): 2296-2304.
 - 23) Buchberger B, Heymann R, Huppertz H, et al. The effectiveness of interventions in workplace health promotion as to maintain the working capacity of health care personal. *GMS Health Technology Assessment* 2011, Vol. 7, ISSN 1861-8863.
 - 24) Crawford JO, Graveling RA, Cowie HA, et al. The health safety and health promotion needs of older workers. *Occupational Medicine* 2010; 60: 184-192. doi: 10.1093/occmed/kqq028
 - 25) WHO. Gaining Health. Analysis of policy development in European countries for tackling noncommunicable diseases. By Ritsataakis A and Makara P. Editors: Farrington JL, Geneau R and Pettersson B. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2009.
 - 26) Abu-Omar K, Rutten A, Burlacu I, et al. The cost-effectiveness of physical activity interventions: A systematic review of reviews. *Preventive Medicine Reports* 2017; 8: 72-78.
 - 27) WHO. Young and physically active: a blueprint for making physical activity appealing to youth. 2012. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/175325/e96697.pdf
 - 28) Heath GW. Physical activity transitions and chronic disease. *Am J Lifestyle Med* 2009 July 1; 3(1): 27S-31S. doi: 10.1177/1559827609334504.
 - 29) Brown BB, Smith KR, Hanson H, et al. Neighborhood design for walking and biking. *Physical activity and body mass index. Am J Prev Med* 2013; 44(3): 231-238.
 - 30) WHO. Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling. Who regional office, Copenhagen 2011. ISBN: 978-92-890-0251-6
 - 31) WHO. A healthy city is an active city: a physical activity planning guide. By Edwards P, Tsouros AD. Who Regional office, Copenhagen 2008. ISBN 978 92 890 4291 8
 - 32) Beavers KM, Ambrosius WT, Rejeski WJ, et al. Effect of exercise type during intentional weight loss on body composition in older adults with obesity. *Obesity* 2017; 25: 1823-1829.
 - 33) Cartabellotta A, Da Roit M, Lazzari S, et al. Efficacia dell'esercizio fisico nei pazienti con patologie croniche. *Evidence* 2016; 8(9). e1000152.
 - 34) Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal* 2016; 37: 2315-2381.
 - 35) Pescatello LS, MacDonald HV, Ash GI, et al. Assessing the existing professional exercise recommendations for hypertension: A review and recommendations for future research priorities. *Mayo Clin Proc [Internet]* 2015; 90(6): 801-12.
 - 36) Ibrahim E, Al-Homaidh A. Physical activity and survival after breast cancer diagnosis: meta-analysis of published studies. *Medical Oncology* 2010; 28: 753-765. doi: 10.1007/s12032-010-9536-x
 - 37) Patterson RE, Cadmus LA, Emond JA, et al. Physical activity, diet, adiposity and female breast cancer prognosis: a review of the epidemiologic literature. *Maturitas* 2010; 66: 5-15.
 - 38) Meyerhardt JA, Giovannucci EL, Holmes MD, et al. Physical activity and survival after colorectal cancer diagnosis. *J Clin Oncol* 2006; 24: 3527-3534.
 - 39) Kenfield SA. Physical activity and mortality in prostate cancer. *Oncol Times* 2010; 32: 29-33.
 - 40) Richman EL, Kenfield SA, Stampfer MJ, et al. Physical Activity after Diagnosis and Risk of Prostate Cancer Progression: Data from the Cancer of the Prostate Strategic Urologic Research Endeavour. *Cancer Res* 2011; 71: 3889-3895.
 - 41) Verberne LDM, Leemrijse CJ, Swinkels ICS, et al. Overweight in patients with chronic obstructive pulmonary disease needs more attention: a cross sectional study in general practice. *Npj Primary care Respiratory Medicine* 2017; 63: 27-1. doi: 10.1038/s41533-017-0065-3
 - 42) Gillies CL, Abrams KR, Lambert PC, et al. Pharmacological and lifestyle interventions to prevent or delay type 2 diabetes in people with impaired glucose tolerance: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2007; 334: 229. doi: 10.1136/bmj.39063.689375.55
 - 43) Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016; 39: 2065-79.
 - 44) Colberg SR. Key points from the Updated Guidelines on Exercise and Diabetes. *Front. Endocrinol* 2017; 8: 33. doi: 10.3389/fendo.2017.00033
 - 45) Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2017; S2213-8587(17): 30014-30011.
 - 46) Mead GE, Morley W, Campbell P, et al. Exercise for depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009, Issue 3. Art. No.: CD004366. DOI: 10.1002/14651858.CD004366.pub4

Corrispondenza: Edda Maria Capodaglio, ICS Maugeri, via Boezio 26, 27100 Pavia, Italy, Tel. 0382 593746, E-mail: edda.capodaglio@icsmaugeri.it

INFORMAZIONI PER GLI AUTORI GIMLE

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

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

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

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

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

