

Elisabeth Roggla<sup>1</sup>, Fabrizio Maria Gobba<sup>2</sup>, Claudio Rovesta<sup>3</sup>,  
Gian Maria Galeazzi<sup>4</sup>, Daniele Monzani<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Medico Chirurgo, Specialista in Odontoiatria e Protesi Dentale, Libero Professionista; <sup>2</sup>Professore Associato di Medicina del lavoro, <sup>3</sup>Professore Associato di Ortopedia, <sup>4</sup>Professore Aggregato di Audiologia, Università di Modena e Reggio Emilia; <sup>5</sup> Unità Operativa Complessa di Otorinolaringoiatria, Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Modena

## I disturbi muscolo-scheletrici lavoro-correlati negli addetti alle professioni sanitarie: cause, sintomi, rimedi

### I disturbi muscolo-scheletrici in ambito lavorativo

Camminare, correre, svolgere differenti discipline sportive, mantenere posture statiche prolungate (sia seduti che in piedi) sono tutte attività che gravano meccanicamente sul sistema muscolo-scheletrico, ovvero su articolazioni, muscoli, tendini e legamenti. L'attività antigravitazionale necessaria allo svolgimento delle suddette attività si basa su un complesso pattern recettoriale sia visivo che labirintico, le cui informazioni sull'ambiente circostante e sul movimento del corpo si integrano con quelle propriocettive provenienti dai recettori muscolari, tendinei e articolari e modulano sinergicamente gli stimoli della corteccia motoria sui motoneuroni  $\alpha$  delle corna anteriori del midollo spinale (Fig. 1). Il risultato finale è una costante attività tonico-fasica della muscolatura estensoria del collo e del tronco, nonché degli arti inferiori il cui scopo è appunto quello di mantenere una postura adeguata con il minor dispendio di energia possibile. Se da un lato, svolgere una moderata attività fisica nel tempo libero è ritenuto salutare per il sistema muscolo-scheletrico in quanto inconfutabilmente in grado di prevenire osteoporosi e osteoartrite, un sovraccarico funzionale di uno o più distretti corporei (spalla, polso, rachide, ginocchio), come si verifica in alcune tipologie di lavoro più volte al giorno, per mesi, talvolta per anni, può costituire un rischio per l'insorgenza dei disturbi muscolo-scheletrici lavoro-cor-

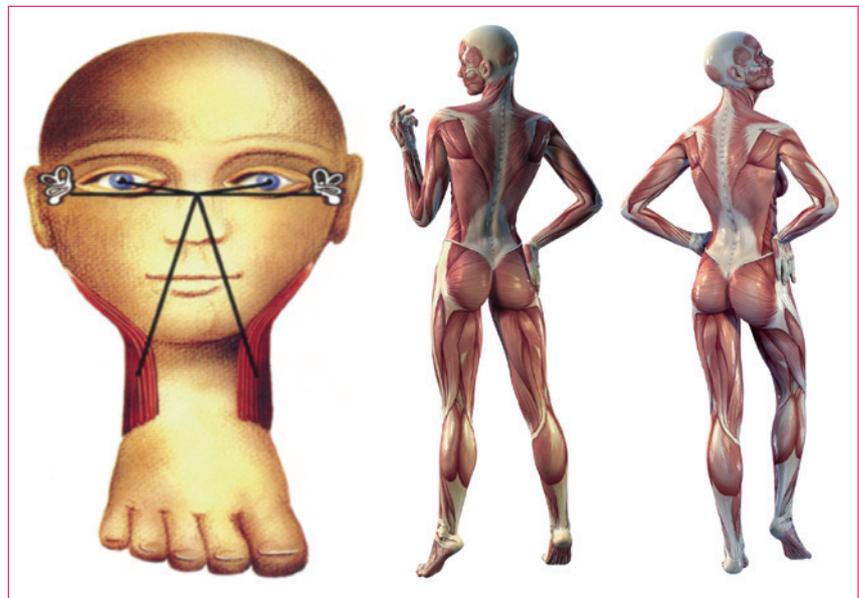
relati (DMS-LC), ovvero una molteplicità di affezioni infiammatorie e degenerative che inducono dolore e limitazione funzionale dei segmenti somatici interessati.

È noto che l'assumere posture scomode e/o scorrette, i movimenti ripetitivi del braccio (soprattutto se eseguiti con l'arto superiore sopra l'altezza della spalla), la torsione del polso e la prensione della mano, pur

essendo da tempo indicati come possibili fattori di rischio per l'insorgenza dei DMS-LC, sono comuni attività motorie della vita quotidiana, di per sé prive di effetti negativi. Ciò che le rende pericolose in alcuni ambiti lavorativi, all'opposto, è la continua ripetizione, l'esecuzione con forza, la velocità e la mancanza di adeguate pause temporali. In realtà è raro che ciascuno dei suddetti fat-

### FIGURA 1.

*Il controllo posturale sia statico che dinamico all'interno di un campo gravitazionale si basa su un complesso di informazioni recettoriali (visive, labirintiche, propriocettive) che modulano gli impulsi che la corteccia motoria invia ai motoneuroni del midollo spinale i quali, a loro volta, generano un'intensa attività tonico-fasica della muscolatura prevalentemente estensoria del rachide e degli arti inferiori.*



tori, se presente isolatamente, possa causare l'insorgenza di un DMS-LC, ma la loro associazione genera molto frequentemente fatica muscolare, successivamente dolore e, infine, alterazioni anatomico-patologiche permanenti. Pertanto si ritiene che i DMS-LC si instaurino quando l'elasticità e la resistenza dei muscoli, delle articolazioni e dei legamenti vengono ripetutamente superate dalle richieste che le forze esterne esercitano su di essi in relazione a condizioni ergonomiche scadenti.

I DMS rappresentano la patologia lavoro-correlata più frequente, che affligge tanto i lavoratori impegnati in attività fisiche pesanti (ad esempio i minatori) sia coloro che svolgono attività sedentarie con ridotto sforzo muscolare (ad esempio i videoterminalisti). L'Organizzazione Mondiale della Sanità riconosce che tali disturbi sono da considerarsi lavoro-correlati quando le attività lavorative e l'ambiente di lavoro contribuiscono in modo significativo alla loro insorgenza o esacerbazione, anche se non ne rappresentano l'unica causa determinante.

I DMS-LC, ai quali si associano quasi costantemente dolore e limitazione funzionale, comprendono le infiammazioni tendinee (tendinopatia della cuffia dei rotatori, epicondilita, borsite del ginocchio) riferibili per lo più a sovraccarichi funzionali, le sindromi compressive (sindrome del tunnel carpale), le degenerazioni/dislocazioni dei dischi intervertebrali con conseguente insorgenza di sindromi compressive a livello delle radici dei nervi spinali (cervico-brachialgia, lombo-sciatalgia) o più genericamente le mialgie distrettuali (soprattutto del collo del trapezio e della schiena) a patogenesi multifattoriale. Anche alcune patologie cronico-degenerative delle articolazioni, come ad esempio l'osteoartrosi del ginocchio, sono più frequenti in alcune categorie di lavoratori rispetto alla popolazione in generale (Fig. 2).

L'insorgenza dei DMS, già a partire dall'inizio del 1700, è stata messa in relazione eziopatogenetica con l'attività lavorativa. Tuttavia, soltanto a partire dagli anni '70, i fattori occupazionali sono stati esaminati con metodi epidemiologici, e il rapporto tra DMS e attività lavorativa si è sviluppato con crescente rigore scientifico. Tuttavia, tale rapporto resta ancora oggi oggetto di un ampio dibattito

## FIGURA 2.

*I dati elaborati nel 2006 dall'U.S. Bureau of Labor Statistics evidenziano che i DMS del ginocchio rappresentano il 65% dei DMS degli arti inferiori e il 5% del totale (Discobolus, Kunsthistorisches Museum, Vienna. Autore della fotografia originale: Yair Haklai, mod.).*



e, solo grazie alla revisione della letteratura, siamo oggi in grado di delinearne alcuni aspetti fondamentali.

I dati epidemiologici più rilevanti relativi ai DMS-LC indicano che in Europa:

- le sindromi dolorose della schiena, del collo e degli arti superiori sono le principali cause di disabilità lavorativa;
- in un campione di 35.550 lavoratori appartenenti ai 27 Stati Membri della Comunità Europea e a sei paesi extra-comunitari (Turchia, Croazia, Kosovo, Albania, Montenegro, Norvegia) la prevalenza del mal di schiena è pari a 46,1% e quella del dolore all'arto superiore e al collo pari al 44,6% (Fig. 3);
- i costi per la diagnosi e il trattamento dei DMS-LC (limitatamente ai disturbi cervicali e degli arti superiori), insieme ai costi relativi all'assenza dal luogo di lavoro per malattia, sono stati stimati

tra lo 0,5 e il 2% del prodotto nazionale lordo nei paesi nordici dell'Europa.

Ulteriori valutazioni di carattere socio-economico condotte negli Stati Uniti, indicano che:

- i DMS-LC rappresentano la categoria più frequente di menomazione dell'integrità fisica dei lavoratori e sono responsabili di quasi il 30% dei costi risarcitori per danni alla salute;
- nel 2011, le industrie statunitensi hanno speso 50 miliardi di dollari in costi diretti (monte ore perse per assenza dal lavoro) per i DMS-LC;
- il costo diretto medio per ogni singolo evento è stato di quasi 15.000 dollari;
- i costi indiretti sostenuti dagli individui, dalle famiglie, dalle organizzazioni sanitarie hanno, nello stesso arco temporale, superato di 5 volte i costi diretti.

Nel 2012, quasi la metà degli infortuni e delle malattie denunciate dagli infermieri e dal personale di supporto infermieristico sono stati i disturbi muscolo-scheletrici, ovviamente correlati alla movimentazione dei pazienti. L'incidenza dei DMS lavoro-correlati in queste categorie è risultata quasi 4 volte superiore alla media di tutti i lavoratori (Fig. 4).

## FIGURA 3.

*Dall'analisi dei dati dell'European Working Condition Survey (EWCS) del 2010, la prevalenza del mal di schiena è pari a 46,1% e quella del dolore all'arto superiore e al collo pari al 44,6% nella popolazione in età lavorativa della Comunità Europea.*



## Quali fattori possono contribuire all'insorgenza e alla cronicizzazione dei disturbi muscolo-scheletrici lavoro-correlati?

Una grande parte della popolazione adulta può soffrire di un DMS-LC almeno una volta nella vita, ma molti individui ne accusano i sintomi più di una volta. I DMS-LC possono essere pertanto malattie episodiche, perché il dolore spesso regredisce dopo un adeguato periodo di riposo ed eventuale adeguata terapia, ovvero quando viene cambiata la tipologia di mansione lavorativa e/o migliorate le condizioni ergonomiche in cui si svolge. Tuttavia, in funzione delle sollecitazioni esercitate sui tessuti e/o delle forze impiegate nell'esecuzione del compito, della loro ripetitività e del protrarsi nel tempo, nonché in funzione di fattori individuali predisponenti (quali l'obesità e il fumo) e di fattori psicosociali riconducibili allo stress occupazionale, alcuni DMS-LC possono diventare altamente recidivanti o persistenti, generando progressiva disabilità, periodi di assenza per malattia e/o cessazione anticipata dall'attività lavorativa. Quattro diverse classi di fattori possono contribuire all'insorgenza e alla cronicizzazione dei DMS-LC:

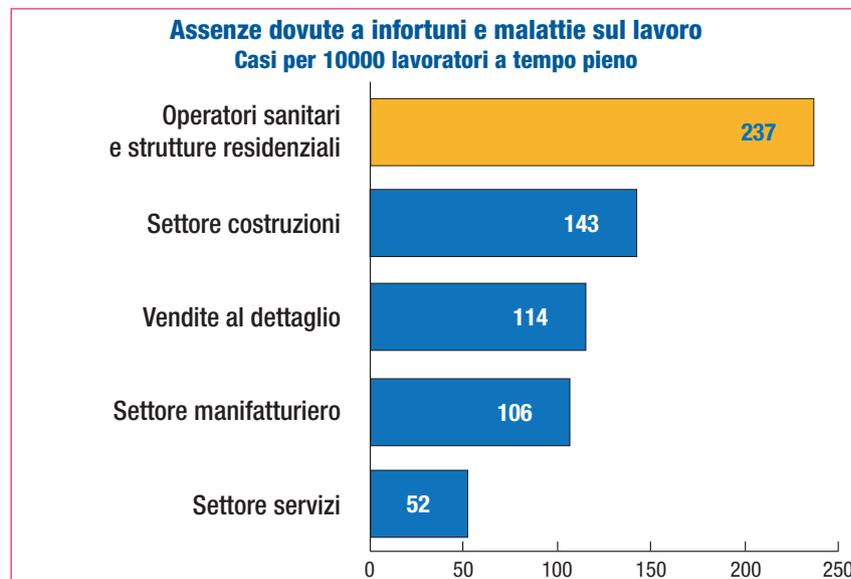
- fattori legati al lavoro sia di ordine fisico che biomeccanico;
- fattori legati all'organizzazione del lavoro e/o alle condizioni psicosociali che caratterizzano il luogo di lavoro;
- fattori individuali o personali;
- fattori legati al contesto sociale.

### Fattori fisici e biomeccanici

Come già detto, l'impiego della forza, le posture incongrue e prolungate, le vibrazioni e il lavoro a basse temperature sono considerati i principali fattori biomeccanici e fisici in relazione all'insorgenza dei DMS-LC. È risaputo che tutti i tessuti molli, compresi quello muscolare, possono subire danni se sottoposti a uno sforzo eccessivo. Infatti, nonostante il tessuto muscolare umano sia in grado di aumentare la resistenza agli sforzi se adeguatamente sollecitato (effetto "training") e sia dotato della capacità di "autoriparazione" dopo uno sforzo eccessivo, l'esposizione cronica a sforzi ripetuti

FIGURA 4.

Nel 2012 gli infortuni e le malattie denunciate da infermieri e operatori sanitari nelle strutture residenziali sono risultati significativamente più alti di quelli del settore delle costruzioni, 2-3 volte superiore a quelli delle vendite al dettaglio e del settore manifatturiero (da Bureau of Labor Statistics, 2012).



sia intensi che non, esita in un processo infiammatorio con decremento della forza, dolore e successiva evoluzione in fibrosi. È inoltre noto che il mantenimento prolungato nel tempo di posture obbligate e non neutre, come il capo e il tronco flessi anteriormente, è da mettersi in relazione all'insorgenza dei DMS-LC. Parrucchieri, musicisti (Fig. 5) e addetti alla macellazione della carne sono esempi di lavoratori obbligati a mantenere posture statiche per un tempo prolungato: i muscoli delle spalle sono tesi, senza movimento, al fine di mantenere le braccia alzate, mentre le mani si muovono ininterrottamente senza pause adeguate al recupero dalla fatica.

Posture incongrue e ripetute durante le quali avviene il sollevamento di pesi elevati (sforzo muscolare) sono la combinazione di due fattori di rischio tipica dell'attività infermieristica, e ciò spiega le percentuali così elevate (fino al 77%) di sintomi e segni clinici riferibili ai DMS-LC descritti in letteratura per questa categoria di lavoratori. Il mantenimento di posture prolungate, spesso flesse anteriormente, giustifica inoltre una altrettanto elevata incidenza dei disturbi cervicali e lombari nei fisioterapisti e la gravità dei DMS-LC è tale che 1 fisioterapista

su 6 è obbligato a cessare tale attività. Un ulteriore fattore biomeccanico determinante i DMS-LC in questa professione sanitaria è il sovraccarico funzionale degli arti superiori, dovuto soprattutto all'esecuzione di tecniche manipolative. Dati altrettanto considerevoli si rilevano nei dentisti e negli igienisti dentali, tra le professioni sanitarie che più espongono alle posture incongrue e prolungate, dove la prevalenza dei DCM-LC varia tra il 64 e il 93% nelle diverse casistiche e i distretti muscolo-scheletrici maggiormente interessati risultano i tratti cervicale e lombare per i dentisti e la mano e il polso per gli igienisti dentali. Elevate percentuali di DMS-LC sono sorprendentemente già presenti negli studenti di odontoiatria, che lamentano dolori cervicali, alle spalle e mal di schiena già a partire dal terzo anno della loro formazione professionale, dovuti ad atteggiamenti posturali incongrui e mantenuti per un numero più elevato di ore settimanali rispetto a studenti specializzandi in altre discipline. In odontoiatria, i DMS-LC rappresentano la prima causa di assenza dal lavoro, di una ridotta produttività e del ritiro anticipato per disabilità fisica dall'esercizio della professione. Un altro studio che ha analizzato diversi fattori posturali associati all'insorgenza dei DMS-LC

**FIGURA 5.**

*Ogni volta che l'arto superiore viene sollevato oltre un certo grado, si verifica un restringimento dello spazio fra la testa omerale e l'acromion dove, protetti dalla borsa, scorrono i tendini della cuffia dei rotatori. Nella ripetizione di tali movimenti, come avviene in più mansioni lavorative, sia per squilibri muscolari che per l'irregolarità del profilo acromiale, l'aumento dell'attrito all'interno di questo spazio provoca dei fenomeni di infiammazione delle strutture in esso contenute, ovvero dei tendini della cuffia dei rotatori. A lungo andare possono comparire calcificazioni tendinee estremamente dolorose, associate alla progressiva degenerazione del tendine fino alla rottura (sindrome da "impingement" o "conflitto acromion-claveare"). I suonatori di strumenti a corda (viola e violino) presentano i segni della sindrome dolorosa omolateralmente all'arto impiegato nell'uso dell'archetto in una percentuale doppia rispetto ai pianisti. Questo sembra essere dovuto in particolare alla necessità di elevare, addurre ed intraruotare la spalla.*



negli studenti di odontoiatria ha rilevato, in particolare, una forte correlazione tra il lavoro alla poltrona senza supporto lombare e con capo flesso anteriormente e stati dolorosi del rachide cervicale e delle spalle. È stato calcolato che i dentisti e gli igienisti dentali trascorrono l'86% del tempo lavorativo con una flessione del collo di almeno 30° e oltre il 50% con una concomitante flessione del tronco di almeno 30°. Inoltre, similmente a quanto osservato nei parrucchieri e nei musicisti, anche per questa categoria professionale il lavoratore continuamente con gli arti sollevati e senza appoggio è uno dei fattori di rischio più significativo, come documentato da uno studio elettromiografico del muscolo trapezio, che risulta il più contratto durante il lavoro dentale.

Un'importante revisione bibliografica ha evidenziato come, ad esempio, l'uso regolare e prolungato di strumenti vibranti di tipo portatile raddoppia il rischio di insorgenza della sindrome del tunnel carpale e tale rischio è persino maggiore se gli strumenti vengono utilizzati con il polso in flessione

e/o estensione e, in particolare, se associati a una presa energica. Questa concomitanza di fattori caratterizza la categoria dei dentisti, per i quali l'uso degli strumenti vibranti (ablatori, frese, ultrasuoni), i movimenti di torsione del polso con presa energica delle pinze durante le estrazioni e i movimenti in estensione/flessione rappresentano un rischio lavorativo specifico per l'insorgenza della sindrome del tunnel carpale. Come già detto, anche negli igienisti dentali, soprattutto in funzione dell'uso degli strumenti a ultrasuoni con il polso sia in flessione sia in estensione, l'incidenza della sindrome del tunnel carpale è maggiore rispetto alla popolazione in generale.

È stato infine accertato che i disordini muscolo-scheletrici sono più frequenti nei lavoratori impiegati nei magazzini-frigorifero rispetto ai colleghi impiegati in locali a temperatura normale e i sintomi relativi sembrano aumentare in modo proporzionale all'aumento dell'orario di lavoro trascorso in ambiente a bassa temperatura. In particolare, i sintomi che ne risultano esacerbati sono

la lombalgia e la gonalgia. Emerge inoltre che, negli stessi lavoratori, la frequenza della sindrome del tunnel carpale è di 2,2 volte maggiore nei lavoratori che eseguono movimenti ripetitivi del polso rispetto a quanti non ne sono coinvolti ma aumenta fino a 9,4 volte quando è presente anche l'esposizione al freddo come concomitante fattore di rischio. La combinazione di più fattori di rischio, posture incongrue, sollevamento di carichi eccessivi e ambiente a bassa temperatura, è stato recentemente riportato in uno studio sul personale infermieristico addetto ai reparti di terapia intensiva.

### **Fattori legati all'organizzazione del lavoro e/o alle condizioni psicosociali che caratterizzano il luogo di lavoro**

Già da una prima ricerca condotta nel 1976 da Andersen e collaboratori su 3.123 lavoratori, si rilevò che l'incidenza del dolore cervico-brachiale era del 7% nei lavoratori esposti a compiti manuali ripetitivi e solo del 3,8% nei non esposti. Ma l'importanza dello studio deriva dall'ulteriore osservazione di una correlazione diretta della gravità dei sintomi non solo con l'uso della forza, la ripetitività dei movimenti e l'associazione forza-ripetitività, ma anche con il lavoro con maggiori richieste ovvero potenzialmente più stressante. Lo stesso autore, in un successivo studio prospettico su 4.006 lavoratori, evidenziò come la prolungata stazione eretta, congiuntamente al sollevamento di pesi, era predittiva dell'insorgenza di lombalgia, un basso livello di soddisfazione riguardo la mansione svolta era fortemente predittivo dell'insorgenza di dolore cervico-brachiale. Complessivamente lo stress occupazionale è stato identificato anche da altri autori come un fattore in grado di determinare il dolore al collo e alle spalle, anche indipendentemente dal grado di tensione a carico dei muscoli trapezi. Un ulteriore studio relativo al ruolo dei fattori psicosociali nell'insorgenza dei DMS-LC indica che uno scarso controllo (ovvero la ridotta capacità di gestire in autonomia la propria mansione lavorativa) e la percezione di un supporto insufficiente da parte dei superiori esercitano un ruolo altamente significativo. Questi dati indicano complessivamente che i soggetti sottoposti a stress occupazionale più elevato (secondo il modello che sug-

gerisce che tale stress deriva da uno squilibrio tra le risorse individuali e le richieste imposte dall'attività lavorativa) presentano con maggior frequenza dolori al collo, alle spalle e agli arti superiori, mentre il dolore al tratto lombare sembra essere più correlato ai fattori biomeccanici, come il sollevamento ripetuto di pesi, il lavoro eseguito in flessione del tronco, la prolungata stazione eretta. Tra le professioni sanitarie, il ruolo dell'infermiere sembra essere più esposto all'insorgenza di dolore cronico del rachide cervicale (48,94%), ai piedi (47,20%), in regione interscapolare (40,69%) e lombare (35,28%), in associazione ai diversi fattori di rischio psicosociale precedentemente citati. Negli igienisti dentali, i ritmi elevati, la mancanza di riposo, la fatica mentale, le preoccupazioni economiche e, più in generale lo stress occupazionale, è stato messo in relazione diretta all'insorgenza dei DMS-LC, soprattutto a carico degli arti superiori. Nella letteratura scientifica vengono riportate diverse tesi patogenetiche che sono state formulate per giustificare come lo stress occupazionale possa generare o aggravare i DMS-LC, ma tutte si basano sull'evidenza che uno stato di stress e/o fatica mentale è in grado di provocare un aumento di tensione muscolare simile e/o sovrapponibile a quello provocato da uno sforzo di natura fisica. Proprio sulla base di questa osservazione, il modello proposto da Hughes nel 2007 (Fig. 6) identifica nei disagi psicosociali (stress occupazionale) il fattore di rischio primario che agisce come

amplificatore degli stress fisici e, insieme, interagiscono sull'individuo (più o meno resistente in funzione delle proprie connotazioni psico-fisiche) nell'insorgenza dei DMS-LC. Anche la depressione viene oggi indicata come uno stato psicopatologico più frequente nei lavoratori affetti da DMS-LC rispetto a coloro che non ne sono affetti, ma il rapporto causa-effetto rimane incerto. Nell'ambito delle professioni sanitarie, a livello infermieristico sembra emergere una correlazione tra il dolore muscolo-scheletrico, la depressione e il neuroticismo.

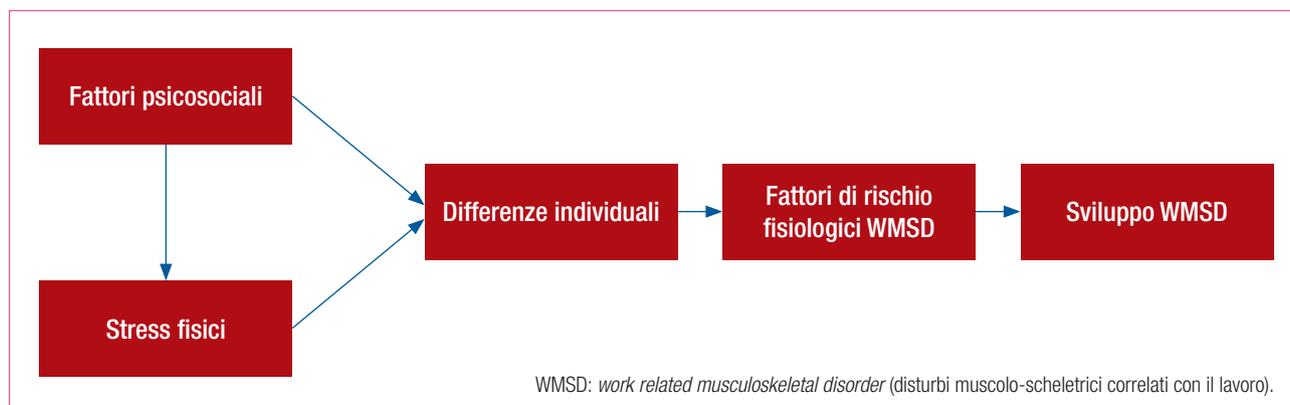
### Fattori individuali

La maggior parte degli studi presenti in letteratura ha evidenziato che nel sesso femminile la prevalenza dei DMS-LC degli arti superiori è significativamente più elevata rispetto agli uomini (fino a 10 volte per i DMS-LC degli arti superiori in generale e fino a 2,87 volte per la sindrome del tunnel carpale). Questi risultati suggeriscono che le donne hanno una prevalenza significativamente più elevata rispetto agli uomini, anche dopo aver eliminato dalle casistiche i più importanti fattori confondenti, quali l'età e la tipologia dell'impiego. Nelle professioni odontoiatriche, il sesso femminile risulta più frequentemente interessato, ma anche l'avanzare dell'età sembra essere un fattore aggravante. Anche nello staff infermieristico, il sesso femminile è più svantaggiato rispetto quello maschile per quanto riguarda l'insorgenza di DMS-LC. Diversi fattori

sono stati ipotizzati per giustificare una maggiore prevalenza dei DMS-LC nel sesso femminile, tra i quali l'influenza degli ormoni, una minore forza muscolare, l'ergonomia delle postazioni di lavoro più adatta alla corporatura degli uomini, la contemporanea attività dei lavori domestici, una maggiore fragilità rispetto allo stress occupazionale, ma nessuno di essi è stato scientificamente dimostrato. Anche nel settore infermieristico, l'avanzare dell'età e/o degli anni di servizio sembra essere un fattore aggravante. Un'interpretazione fisiopatologica del fenomeno si evince da uno studio elettromiografico condotto su due gruppi di volontari sani, di età differente, tutti sottoposti a una sessione di lavoro muscolare ripetitiva a bassa intensità della durata di 80 minuti. Le registrazioni elettromiografiche del trapezio e del deltoide hanno evidenziato un calo di forza e una minore capacità di recupero nei più anziani, che si associava a una maggiore percezione di fatica. Tra i fattori individuali che predispongono all'insorgenza dei DMS-LC, oltre all'obesità e al fumo di cui si è già detto, sembrano assumere un ruolo determinante ulteriori elementi soprattutto in relazione a mansioni specifiche. Ad esempio, per gli addetti ai videoterminali l'uso delle lenti progressive e pregressi traumi distorsivi del rachide cervicale, una ridotta attività fisica e un elevato livello di stress mentale per gli impiegati amministrativi. Nell'ambito delle professioni sanitarie il ruolo dell'infermiere è il più esposto

FIGURA 6.

Proposta di modello eziopatogenetico per l'insorgenza dei DMS-LC (da Hughes LA. *The Influence of Multiple Risk Factors on WMSD Risk and Evaluation of Measurement Methods Used to Assess Risks. Dissertation submitted to the faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, VA, 11 aprile 2007, mod.*).



all'interazione tra fattori di rischio lavorativi (posture incongrue, sollevamento di carichi, enorme richiesta sulle risorse fisiche) e fattori individuali quali una scarsa salute fisica, il ridotto allenamento e l'obesità.

### Fattori legati al contesto socio-familiare

Alcuni tipi di sport (soprattutto quelli che prevedono sforzi fisici intensi e ripetuti), alcune attività voluttuarie, i lavori domestici, rappresentano i fattori extra-lavorativi che più concorrono ad aumentare la suscettibilità dell'individuo a sviluppare DMS-LC la cui origine è, quindi, multifattoriale. Tra le attività voluttuarie sembra assumere sempre più importanza il media multitasking. Come si è detto, lavorare con il capo flesso anteriormente rappresenta uno dei fattori di rischio biomeccanici più importanti per l'insorgenza del DMS-LC del rachide cervicale e delle spalle. Questa osservazione è supportata da uno studio condotto su un ampio campione di 10.000 lavoratori, rappresentativo della popolazione generale, del distretto del Nord Staffordshire (UK), dal quale emerge che lavorare con il capo flesso anteriormente per periodi prolungati rappresenta il fattore di rischio maggiormente predittivo dell'insorgenza di DMS-LC a carico del tratto cervicale e delle spalle. Tuttavia, non possiamo non osservare che la stessa flessione anteriore del capo è sempre più spesso un atteggiamento posturale, legato all'uso degli smartphone e dei tablet anche durante le pause lavorative e nel tempo libero. A seguito della loro crescente diffusione, è stato calcolato che le persone trascorrono una media variabile da 2 a 4 ore al giorno con la testa inclinata nella lettura e nello scrivere su questi dispositivi e cumulativamente questo dato indica un monte ore di postura "look down" variabile da 700 a 1.400 ore l'anno. Ciò rappresenta un ulteriore rischio individuale ancorché extra-lavorativo per l'insorgenza di disordini cervicali, dal momento che la flessione anteriore del capo impone uno sforzo muscolare progressivo in funzione dell'angolo d'inclinazione. Tale sforzo è variabile da un minimo di 12 a un massimo di 18 kg, corrispondenti rispettivamente al peso della testa per inclinazioni anteriori variabili da 15 a 45°, come calcolato dal prof. Kenneth Hansraj, direttore del *NY Spine Surgery and Rehabilitation* (Fig. 7).

Un altro rischio individuale legato all'uso degli

smartphone è la sempre maggiore diffusione della sindrome di De Quervain (tenosinovite stenosante dell'abducente del pollice attorno al processo radio-stiloideo) e/o dei sintomi a essa riferibili nella popolazione giovanile. Ciò è stato messo in relazione a una crescente digitazione di messaggi (sms) ed è stato inoltre calcolato un "cut-off point" uguale o maggiore di 50 al giorno per l'insorgenza di tale patologia. Tale dato clinico è stato ulteriormente indagato con studi ultrasonografici, che hanno identificato un assottigliamento del tendine lungo del pollice.

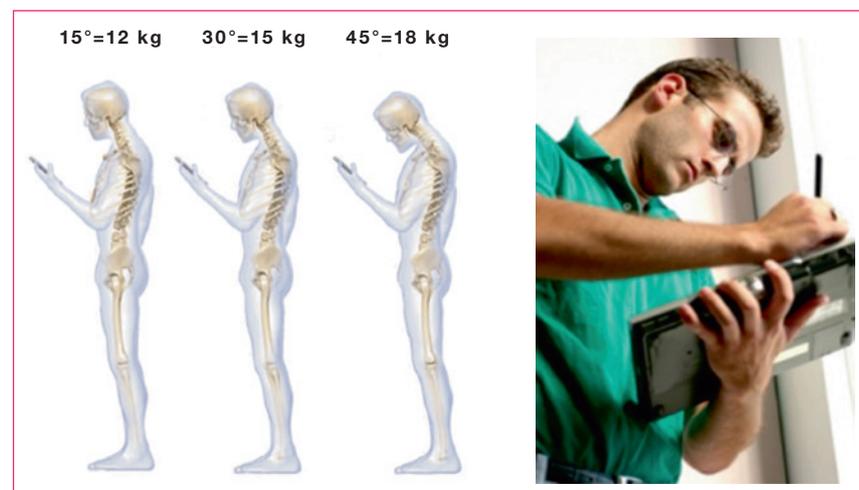
### Le alterazioni anatomicopatologiche e i marker bioumorali nei DMS-LC

Le lesioni muscolo-tendinee derivanti dall'esecuzione di sforzi ripetitivi e/o gravosi sono la conseguenza, rispettivamente, di una contrazione muscolare eccessiva e di uno stiramento ripetuto delle fibre tendinee. Inizialmente si osserva una progressiva riduzione della liberazione del  $Ca^{2+}$  dal reticolo sarcoplasmatico, che provoca una riduzione della capacità contrattile, definita genericamente fatica muscolare. Lo stesso sforzo libera nel plasma un elevato livello di creatinfosfochinasi quale indice indiretto della

fatica muscolare. Al perdurare dello sforzo eccentrico si possono osservare rotture dei filamenti di actina in prossimità della linea Z e la presenza di fibre rosse sfilacciate ("red ragged fibers"). Inoltre, gioca un ruolo l'aumento di pressione all'interno del muscolo e i conseguenti fenomeni anossici. L'ipossia tissutale attiva a sua volta i nocicettori e, quindi, la comparsa del dolore. L'ipossia da stiramento eccessivo o compressione contro strutture ossee adiacenti è inoltre considerata il fattore principale delle lesioni tendinee e nervose nei DMS-LC. Se la stimolazione meccanica diventa ripetuta e agisce già su un tessuto in preda a fenomeni infiammatori, si crea un circolo vizioso che porta alla necrosi, alla perdita di tessuto muscolare e tendineo e alla fibrosi. Il risultato finale è la riduzione funzionale del distretto interessato. Un esempio sperimentale indicativo di questo meccanismo è riscontrabile nello studio del 2005 di Hirata sulla sindrome del tunnel carpale. L'autore ha eseguito numerose biopsie tenosinoviali in tali pazienti ma dividendo la casistica in base all'esordio dei sintomi: < 3 mesi, tra 4-7, tra 8-12 e dopo un anno. Le biopsie più precoci hanno evidenziato fenomeni tissutali prevalentemente di tipo edematoso, quelle eseguite nel secondo intervallo (4-7 mesi dall'esordio dei sintomi) un

### FIGURA 7.

*Aumento dello sforzo muscolare del collo all'aumentare della flessione anteriore della testa. Tale postura del tratto cranio-cervicale è sempre più frequente nella società attuale in relazione al frequente utilizzo degli smartphone e tablet. La definizione di "Look down generation" sembra più che appropriata per definire il fenomeno (da Hansraj K. Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head. Surgical Technology International XXV, 2014, mod.).*



aumento della prostaglandina E2 (PGE<sub>2</sub>) e del fattore di crescita endoteliale (VEGF), mentre in quelle successive ha prevalso il riscontro di processi fibrotici. Da notare che la PGE<sub>2</sub> è un fattore che determina vasodilatazione ed edema, sensibilizza i nocicettori locali e attiva le citochine che stimolano la proliferazione di sinoviociti e mioblasti, mentre il VEGF stimola la proliferazione delle cellule endoteliali e muscolari lisce dei vasi. Si tratta quindi inizialmente di un processo che ha la finalità di ripristinare un tessuto muscolo-tendineo sano.

Un altro studio condotto su pazienti affetti da sindrome del tunnel carpale ha confermato un aumento iniziale di PGE<sub>2</sub> ma anche un aumento durevole di interleuchina (IL-6). L'IL-6 non si trova normalmente nel plasma umano e la sua presenza è indice di trauma, infezione e stress cellulare. L'IL-6 è prodotta dal muscolo e la sua concentrazione aumenta in risposta alla contrazione muscolare. In particolare, è significativamente aumentata dall'esercizio fisico e precede la comparsa in circolo di altre citochine; è inoltre secreta dai macrofagi e dai linfociti. Si ritiene che durante l'esercizio fisico agisca come sostanza ormone-simile, atta a mobilitare i substrati extracellulari e aumentare l'apporto di sostanze nutritive al muscolo. Nonostante l'IL-6 sia inizialmente parte di un meccanismo di difesa, la flogosi, qualora i suoi livelli plasmatici si mantengano elevati nel tempo in risposta a stimoli ripetitivi, può condurre a profonde alterazioni sistemiche, determinando danni tissutali più gravi di quelli determinati dall'insulto originario. In aggiunta, i prodotti derivanti dal danneggiamento tissutale, quali le cellule necrotiche, contribuiscono al perpetuarsi della risposta infiammatoria in maniera sproporzionata. Questi dati trovano supporto in uno studio condotto su lavoratori esposti a uno sforzo muscolare intenso e prolungato (ad alto rischio di DMS-LC) rispetto a lavoratori esposti a un basso rischio. È interessante notare che i livelli plasmatici di IL-6 aumentano, tra inizio e fine settimana, maggiormente e in misura statisticamente significativa nei lavoratori esposti a sforzi elevati. Nello stesso studio è stato inoltre riscontrato un aumento della malonidialdeide, similmente a quello che si ottiene sperimentalmente

nel volontario sano sottoposto a uno sforzo muscolare massimo (ovvero in grado di consumare il 100% dell'ossigeno – VO<sub>2max</sub>) ed espressione della perossidazione dei lipidi a opera dei radicali liberi che si formano in eccesso durante tale sforzo. Altri tre mediatori della flogosi aumentano nei lavoratori affetti da DMS-LC degli arti superiori in fase iniziale: la proteina C-reattiva, l'interleuchina beta 1 e il fattore di necrosi tumorale alfa (TNF<sub>α</sub>). All'opposto, le biopsie e i dosaggi plasmatici ottenuti da pazienti affetti da DMS-LC di vecchia data indicano la presenza di lesioni miopatiche e tendinee croniche e reazioni infiammatorie meno incostanti. Tuttavia, a livello plasmatico, i valori di TNF<sub>α</sub> e IL-6 rimangono elevati nel tempo. Complessivamente questi risultati avvalorano l'ipotesi che lo stress muscolo-tendineo attivi inizialmente una reazione infiammatoria locale con il compito specifico di rimodellare i tessuti muscolari e tenosinoviali danneggiati, ma qualora questo meccanismo rigenerante sia superato dal continuato stimolo affaticante, il persistere di elevati livelli di IL-6 e TNF<sub>α</sub> induce fibrosi.

### Le potenziali strategie terapeutiche

Premesso che per contrastare l'insorgenza e la cronicizzazione dei DMS-LC è necessario un approccio multidisciplinare che valuti le condizioni ergonomiche in cui si svolge la mansione, i carichi di lavoro, le pause, i fattori psicosociali e individuali, in alcuni casi e in fase iniziale, il riposo e l'impiego di farmaci antinfiammatori non steroidei (FANS), con trattamento coadiuvante come la terapia fisica (ghiaccio o impacco caldo, stimolazione elettrica transcutanea, ultrasuoni) possono alleviare i sintomi e ripristinare la funzione. Tuttavia, l'effetto dei FANS è quello di inibire le cicloossigenasi, ovvero la sintesi delle prostaglandine e quindi non sorprende che l'effetto sia transitorio, legato alla fase iniziale dei DMS-LC, caratterizzato dall'aumento delle PGE<sub>2</sub> e dal dolore. Purtroppo, dopo una prima fase in cui si riduce l'infiammazione tissutale e si assiste a un recupero della forza contrattile del muscolo, il loro impiego prolungato non solo non comporta ulteriori benefici, in quanto la forza muscolare riprende a calare, ma inibisce il numero delle fibre

muscolari rigenerate e quindi la riparazione tissutale. Invece, la presenza e il persistere nel tempo di elevati livelli di IL-6 e TNF<sub>α</sub> nel plasma dei lavoratori affetti da DMS-LC suggerisce un potenziale effetto di farmaci inibitori nel trattamento a breve e medio periodo. Tuttavia, anche se i profili di sicurezza degli inibitori dell'IL-6 sono simili tra loro e a quelli degli inibitori del TNF, tutti farmaci ad attività anti-citochine usati comunemente in reumatologia (artrite psoriasica, artrite reumatoide, sindrome di De Quervain, spondilite anchilosante), l'elevata incidenza di disturbi gastrointestinali, infezioni delle vie respiratorie superiori e inferiori, infezioni del tratto urinario, orticaria, prurito e dermatosi, non ne consigliano l'uso nel trattamento dei DMS-LC e nessuno studio, a nostra conoscenza, è stato intrapreso in questa direzione nell'uomo. Nel ratto, invece, l'impiego di un inibitore del TNF<sub>α</sub>, ha notevolmente ridotto, anche se non abolito completamente, il calo della forza muscolare nel disordine muscolo-scheletrico degli arti indotto sperimentalmente.

Ciò nonostante, gli effetti infiammatori del TNF<sub>α</sub> e dell'IL-6 sono inibiti anche da alcune sostanze presenti in natura. La *Boswellia serrata*, o meglio il suo principale componente acido boswellico, un triterpene pentaciclico, usata ampiamente nella medicina ayurvedica, sta assumendo sempre maggiore rilevanza in quanto dotata di elevata e selettiva attività antinfiammatoria come suggerito da una sempre più vasta letteratura scientifica ottenuta da esperimenti su linee cellulari e modelli animali. Contrariamente ai FANS e agli inibitori selettivi delle cicloossigenasi (COX-1 e COX-2), che pur inibendo la sintesi della PGE<sub>2</sub>, citochina primaria dell'infiammazione nei DMS-LC in fase iniziale, provocano nel loro impiego protratto numerosi effetti collaterali (ad esempio l'ulcera gastrica) in quanto inibiscono anche altre prostaglandine, l'acido boswellico agisce selettivamente sull'enzima sintetasi 1 della PGE<sub>2</sub>, bloccandone selettivamente l'attivazione e, all'opposto, ha dimostrato un effetto potenzialmente gastroprotettivo, mediato dall'inibizione selettiva dei leucotrieni. Di non minore rilevanza, la capacità dimostrata dall'acido boswellico di bloccare la formazione del TNF<sub>α</sub> e della IL-6 nelle cellule umane e, quindi, di prevenire potenzialmente i danni tissutali nelle fasi più avanzate dei DMS-LC. Due studi, entrambi

controllati con placebo, hanno infatti dimostrato un effetto positivo sull'osteoartrite del ginocchio nell'essere umano sia in termini di dolore che di impaccio funzionale, utilizzando l'estratto di *Boswellia serrata* sia come singolo trattamento, sia in associazione alla curcuma e alla *Whitania somnifera*. L'acido  $\alpha$ -lipoico è un acido grasso presente naturalmente nelle cellule umane, che rappresenta un cofattore essenziale tra gli enzimi respiratori mitocondriali (piruvato-deidrogenasi e  $\alpha$ -chetoglutarato-deidrogenasi). Trasformato nelle cellule a diidroalfalipoico, assume una funzione fortemente antiossidante nel citoplasma, contrastando l'azione dei radicali liberi e partecipando alla rigenerazione di altri antiossidanti cellulari come la vitamina E, C e il glutatiene. Tuttavia l'acido  $\alpha$ -lipoico è attualmente utilizzato in ambito ortopedico e riabilitativo per ulteriori sue proprietà. Similmente all'estratto secco di *Boswellia serrata*, possiede la capacità di contrastare il riassorbimento osseo che si riscontra in diversi processi infiammatori muscolo-scheletrici, tramite un'inibizione selettiva sulla sintesi  $PGE_2$  e, quindi, sopprimendo in parte l'attività osteoclastica. Inoltre è noto da tempo che l'acido  $\alpha$ -lipoico inibisce l'effetto apoptotico del  $TNF_{\alpha}$  sul riassorbimento osseo dovuto allo stress ossidativo. Infine, è stato dimostrato che mentre entrambi gli enantiomeri R<sup>+</sup>/R<sup>-</sup> sono in grado di ridurre i livelli plasmatici di  $TNF_{\alpha}$ , solo l'enantiomero R<sup>+</sup> è inoltre responsabile di un decremento della IL-6. Non a caso, nei pazienti affetti da sindrome del tunnel carpale di notevole gravità, la somministrazione di acido lipoico (600 mg/die) per tre mesi, ha ridotto in modo altamente significativo i sintomi, la limitazione funzionale e le anomalie elettromiografiche. Lo stesso dosaggio di acido lipoico è stato utilizzato nel trattamento della lombo-sciatalgia da patologia erniaria, in uno studio in doppio cieco e comparativo con una dose giornaliera di 1.180 mg di acetilcarnitina. In entrambi i casi si è assistito a un discreto miglioramento delle alterazioni elettromiografiche, ma i pazienti trattati con acido lipoico hanno raggiunto risultati superiori in termini di impaccio funzionale, dolore e minore ricorso alle terapie analgesiche rispetto all'acetilcarnitina. In conclusione, acido  $\alpha$ -lipoico, soprattutto l'enantiomero R<sup>+</sup> e l'estratto secco di *Boswellia serrata*, grazie alle loro proprie-

tà inibitorie, solo in parte sovrapponibili, sui mediatori della flogosi, della fibrosi e dell'osteopenia, si propongono come presidi naturali e sostanzialmente privi di effetti collaterali nel trattamento anche prolungato dei DMS-LC, che affliggono diverse categorie di lavoratori e, in particolare, gli addetti ad alcune professioni sanitarie.

### Bibliografia

- Ammon HP. *Modulation of the immune system by Boswellia serrata extracts and boswellic acids*. *Phytomedicine* 2010;17:862-7.
- Barb MF, Barr AE. *Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders*. *Brain Behav Immun* 2006 Sep; 20(5): 423-9.
- Bernard BP, editor. *Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health, US Department of Health and Human Services 1997.
- Byun CH, Koh JM, Kim DK, et al. *Alpha-lipoic acid inhibits TNF-alpha-induced apoptosis in human bone marrow stromal cells*. *J Bone Miner Res* 2005;20:1125-35.
- Carp SJ, Barbe MF, Winter KA, et al. *Inflammatory biomarkers increase with severity of upper extremity overuse disorders*. *Clin Sci* 2007;112:305-14.
- Cromie JE, Robertson VJ, Best MO. *Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: prevalence, severity, risks, and responses*. *Phys Ther* 2000;80:336-51.
- Di Geronimo G, Caccese AF, Caruso L, et al. *Treatment of carpal tunnel syndrome with alpha-lipoic acid*. *Eu Rev Med Pharmacol Sci* 2009;13:133-9.
- Eapen C, Kumar B, Bhat AK, et al. *Extensor Pollicis Longus Injury in Addition to De Quervain's with Text Messaging on Mobile Phones*. *J Clin Diagn Res* 2014;8: LC01-4.
- Farioli A, Mattioli S, Quagliari A, et al. *Musculoskeletal pain in Europe: the role of personal, occupational, and social risk factors*. *Scand J Work Environ Health* 2014;40:36-46.
- Felson DT. *Epidemiology of hip and knee osteoarthritis*. *Epidemiol Rev* 1988;10:1-28.
- Finsen L, Christensen H, Bakke M. *Musculoskeletal disorders among dentists and variation in dental work*. *Appl Ergon* 1998;29:119-25.
- Ha H, Lee JH, Kim HN, et al. *Alpha-Lipoic acid inhibits inflammatory bone resorption by suppressing prostaglandin E2 synthesis*. *J Immunol* 2006;176:111-7.
- Hirata H, Tsujii M, Yoshida T, et al. *MMP-2 expression is associated with rapid proliferative arteriosclerosis in the flexor tenosynovium and pain severity in carpal tunnel syndrome*. *J Pathol* 2005;205:443-50.
- Khoshbagt M, Lakeh MB, Hasavari F, et al. *Related factors of Body posture Ergonomic in intensive care units nurses during Work*. *Iranian J Crit Car Nurs* 2013;5:196-203.
- Kulkarni RR, Patki PS, Jog VP, et al. *Treatment of osteoarthritis with a herbomineral formulation: a double-blind, placebo-controlled, cross-over study*. *J Ethnopharmacol* 1991;33:91-5.
- Lupi A, Martinelli R, Tobia L, et al. *Evaluation of risks of biomechanical overload of the upper limb in physical kinesis therapists*. *G Ital Med Lav Ergon* 2005;27:235-6.
- Marklin RW, Cherney K. *Working postures of dentists and dental hygienists*. *CDA J* 2005;33:133-6.
- Memeo A, Loiero M. *Thioctic acid and acetyl-L-carnitine in the treatment of sciatic pain caused by a herniated disc: a randomized, double-blind, comparative study*. *Clin Drug Investig* 2008;28:495-500.
- Nasole E, Nicoletti C, Yang ZJ, et al. *Effects of alpha lipoic acid and its R+ enantiomer supplemented to hyperbaric oxygen therapy on interleukin-6, TNF-alpha and EGF production in chronic leg wound healing*. *J Enzyme Inhib Med Chem* 2014;29:297-302.
- Poeckel D, Werz O. *Boswellic acids: biological actions and molecular targets*. *Curr Med Chem* 2006;13:3359-69.
- Riley D. *Musculoskeletal disorders in meat de-boning work: a review of the literature (No. EWP/98/14)*. Sheffield UK: Health & Safety Laboratory 1998.
- Sartorio F, Vercelli S, Ferriero G, et al. *Work-related musculoskeletal diseases in dental professionals. Prevalence and risk factors*. *G Ital Med Lav Ergon* 2005;27:165-9.
- Siemoneit U, Koeberle A, Rossi A, et al. *Inhibition of microsomal prostaglandin E2 synthase-1 as a molecular basis for the anti-inflammatory actions of boswellic acids from frankincense*. *Br J Pharmacol* 2011;162:147-62.
- Singh S, Khajuria A, Taneja SC, et al. *The gastric ulcer protective effect of boswellic acids, a leukotriene inhibitor from Boswellia serrata, in rats*. *Phytomedicine* 2008;15:408-15.
- Stauber WT. *Factors involved in strain-induced injury in skeletal muscles and outcomes of prolonged exposures. Factors involved in strain-induced injury in skeletal muscles and outcomes of prolonged exposures*. *J Electromyogr Kinesiol* 2004;14:61-70.
- Syrovets T, Büchele B, Krauss C, et al. *Acetyl-boswellic acids inhibit lipopolysaccharide-mediated TNF-alpha induction in monocytes by direct interaction with IkappaB kinases*. *J Immunol* 2005;174:498-506.