

Quaderni

di Medicina Legale del Lavoro

Supplemento
al **Notiziario Inca**
N. 7-8/2010

Il rachide dimenticato
sede di infortunio
e malattia professionale

**IN
CA**

Supplemento
al **Notiziario Inca**
N. 7-8/2010

DIRETTORE RESPONSABILE

Lisa Bartoli

REDAZIONE

Sonia Cappelli

Via G. Paisiello 43
00198 Roma
Tel. (06) 855631
Fax (06) 85352749
E-mail:
comunicazione-informazione@inca.it

PROPRIETÀ E AMMINISTRAZIONE

Ediesse srl
Viale di Porta Tiburtina 36
00185 Roma
Tel. (06) 44870283/260
Fax (06) 44870335

ABBONAMENTO NOTIZIARIO INCA

annuo € 25,00 - estero € 50,00
una copia € 6,00
C/C post. n. 935015
intestato a Ediesse srl
Viale di Porta Tiburtina 36
00185 Roma, indicando la causale
di versamento «Notiziario Inca»

Spedizione in abbonamento
postale 45% comma 20/b art. 2,
legge 662/1996 Filiale di Roma
iscritto al n. 363/83 del Registro
delle pubblicazioni periodiche
del Tribunale di Roma
il 22.12.1983

Progetto grafico: Antonella Lupi
Stampa: Tipografia O.GRA.RO. srl
Vicolo dei Tabacchi 1 - Roma

CHIUSO IN TIPOGRAFIA
IL 28 OTTOBRE 2010

*Questo Quaderno è stato curato da:
Cristiana Brambilla, Ferdinando Brandi,
Gianpiero Cassina, Lelia Della Torre,
Adalberto Ferioli, Mariaclara Guerreri
del Coordinamento medico-legale
dell'INCA CGIL Lombardia
e da Maria Manigiaracina dell'INCA CGIL Lombardia*

<http://www.inca.lombardia.it/consulenza/indicemedico.htm>

*e per l'Ufficio Stampa INCA CGIL nazionale da:
Sonia Cappelli*

Quaderni

di Medicina Legale del Lavoro

Presentazione 5
a cura del Coordinamento medico-legale Inca Cgil Lombardia

Relazioni

▶ Fisiopatologia della colonna con particolare riferimento
al rachide cervicale e dorsale 11
*di Giacomo Bazzini, Monica Panigazzi, Elena Prestifilippo,
Edda Capodaglio, M. Chiara Vercesi*

▶ Attuali evidenze scientifiche di malattie lavoro-correlate
del rachide cervicale e dorsale 25
*di Stefano Porru, Francesca Parmigiani, Manuela Oppini,
Barbara Bellina, Angela Carta*

▶ Alcuni casi di osservazione del Patronato Inca Cgil 51
di Lelia Della Torre, Adalberto Ferioli

▶ Il rachide cervico-dorsale: epidemiologia e dati statistici in ambito
infortunistico e tecnopatologico. Criteri di accertamento del nesso causale 67
di Giuseppe Ali

▶ Dinamica, tipologia della lesione ed accertamenti strumentali in presenza
di traumi indiretti della colonna cervicale, considerate eventuali preesistenze 73
di Paolo B. Pascolo

▶ Valutazione del danno nei traumi indiretti della colonna cervicale
interessata da preesistenze 103
di Fabio Buzzi

Approfondimenti

▶ Il colpo di frusta cervicale: dalla clinica alla valutazione medico-legale 119
*Consensus Conference Polidisciplinare (Venezia 16-17 aprile 1999)
a cura di Sergio Lafisca e Luigi Ricciardi*

▶ Apporto delle indagini elettrofisiologiche alle patologie del rachide 127
a cura di Enrico Alfonsi



Presentazione*

A distanza di un quinquennio dal corso su «La patologia del rachide di origine professionale» svoltosi a Milano il 24 febbraio 2005 (vedi programma e relativo Quaderno di Medicina Legale del Lavoro sul sito www.inca.lombardia.it/consulenza/indiemedico.htm) il Coordinamento medico legale Inca Cgil Lombardia ripropone all'attenzione di medici del lavoro, medici legali, medici di medicina generale alcuni dei temi rimasti aperti ed in particolare le patologie «acute» quale conseguenza di evento infortunistico e le patologie croniche da sovraccarico biomeccanico ripetuto lavorativo del rachide cervicale e dorsale nella convinzione che le patologie osteoarticolari da lavoro possono insorgere a qualsiasi livello dell'apparato osteoarticolare se sottoposto a particolare usura.

Già sul *Trattato di Medicina del lavoro* di Emilio Sartorelli (Piccin Editore, Padova, 1981) nel capitolo «Le osteo-artropatie da lavoro» P.G. Scotti e G. Monti affermano: «Le osteoartropatie da lavoro possono insorgere praticamente a qualsiasi livello dell'apparato osteoarticolare e interessare ogni componente sia singolarmente che in associazione con altri. È chiaro che, essendo una patologia degenerativa da sovraccarico funzionale, i distretti più colpiti saranno quelli maggiormente sollecitati [...] tutte le volte che una posizione diversa dalla normale stazione eretta viene assunta e mantenuta nel tempo, col semplice carico del peso corporeo, si può avere una rachialgia che si manifesta con una gamma di variabilità che si estende dal semplice fastidio da contrattura muscolare alla violenta rachialgia da distorsione vertebrale. Se alla posizione aggiungiamo un carico, il fenomeno distorsivo e distrattivo diventa più importante ed il dolore più intenso [...] le rachialgie sono diffusissime tra coloro che esplicano mansioni impiegate, ove vengono determinate da posizioni scorrette mantenute nel tempo anche

* Coordinamento medico Inca Cgil Lombardia.

se con carichi molto modesti, dato che si tratta di lavori sedentari, sia fra i lavoratori dell'industria leggera e media, come ad esempio tessitori, assemblatori, meccanici, tornitori e fresatori, dove alla postura si aggiunge sempre un certo carico, sia soprattutto dell'industria pesante ove è particolarmente evidente il sovraccarico dovuto alle resistenze esterne. Una categoria di lavoratori fra le più colpite dalle rachialgie è quella degli addetti alla guida dei mezzi di locomozione, sia per quanto riguarda i ferrottranvieri, sia per gli autotrasportatori, specie quelli addetti ai mezzi pesanti, sia alle categorie di trasporti agricoli...».

Va anche considerata l'unità funzionale del corpo e quindi il lavoro sinergico dei suoi sottosistemi fisiologici come sottolinea Roland Gauthy (*Musculoskeletal disorders An ill-understood «pandemic»*, Etui-Rehs, Health and Safety Department, 2007): «Il corpo al lavoro è un tutto unico che opera in sinergia:

- [...] una direttiva “movimentazione manuale dei carichi” che non parla né di mani, né di polsi, gomiti o spalle è senz'altro incompleta.
- gli arti inferiori (piedi, caviglie, ginocchia, anche) sono considerati in modo indiretto e non vengono mai citati, mentre non c'è dubbio che scivolare, cadere e inciampare ma anche molti sforzi improvvisi che si ripercuotono sul tronco, sono dovuti alla loro sollecitazione diretta».

Ritornando al rachide risulta in questa ottica come i vari settori non siano separati «a compartimenti stagni» e come se una «spinta» compressiva dal tallone a terra si trasmette dagli arti inferiori al bacino su fino al capo modificando le curvature della colonna vertebrale, tanto più le forze del sovraccarico biomeccanico non rimangono bloccate ad un solo tratto della colonna ma si trasmettano a tutta l'unità funzionale in gioco. Non possono quindi stupire le ernie cervicali oltre a quelle lombari riscontrate negli autisti di automezzi e di carrelli elevatori.

Così come appare conseguente il riscontro di ernie dorsali in lavoratori costretti a ripetuti movimenti di torsione del rachide o a posture incongrue prolungate. «Chi cerca trova» dice un vecchio adagio e le numerose risonanze e tac eseguite ormai anche sul tratto dorsale rendono quasi frequente una patologia considerata fino a pochi anni fa rara, quasi eccezionale.

Andrebbe ridiscusso anche il substrato anatomico del danno da sovraccarico biomeccanico. Considerando in specifico il rachide andrebbe preso atto che oltre al disco intervertebrale esistono e possono conseguentemente essere danneggiati ed usurarsi precocemente le cartilagini, i legamenti, i tendini, i muscoli, le strutture nervose e vasali. Nella pubblicazione *La distorsione cervicale Biomeccanica, patogenesi, diagnostica e valutazione medicolegale* (Edimes, Pavia, 1996) Buzzi ben descrive come nell'evento infortunistico il danno venga a coinvolgere le numerose strutture prima citate. Se un trauma acuto interessa tutto il rachide nel suo complesso perché mai un sovraccarico

biomeccanico ripetuto dovrebbe selettivamente interessare ed usurare solo il disco intervertebrale? La lombalgia, la spondiloartrosi, l'artrosi precoce non possono essere espressione di malattia professionale? Su Pub Med si può facilmente osservare che riviste in prevalenza di fisioterapia e ortopedia descrivono le artrosi precoci dell'anca negli addetti alla movimentazione manuale dei carichi, e delle ginocchia nei lavoratori addetti a mansioni comportanti flessioni ripetute degli arti inferiori e posture prolungate in ginocchio o quella delle caviglie nelle danzatrici.

Il decreto 27 aprile 2004 e successive modifiche elenca fra le «malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità» l'ernia discale lombare e le spondilodiscopatie del tratto lombare da movimentazione manuale dei carichi eseguita con continuità durante il turno di lavoro e fra le «malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità» l'ernia discale lombare e le spondilodiscopatie del tratto lombare da vibrazioni trasmesse al corpo intero per le attività di guida di automezzi pesanti e conduzione di mezzi meccanici. La tabella Inail d.m. 09.04.08 delle malattie professionali riporta invece solo l'ernia discale lombare da movimentazione manuale di carichi e quella da vibrazioni trasmessa al corpo intero. Sono evidenti le difformità tra le due tabelle che peraltro contemplano entrambe le patologie del rachide solo a livello lombare.

Ma non solo la movimentazione manuale di carichi o l'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero determinano sovraccarico biomeccanico lavorativo. Come ben descritto decenni fa da Scipione Caccuri (Medicina del Lavoro 2, edizione Idelson, Napoli, 1972) anche semplici movimenti di flessione, inclinazione, torsione del rachide se ripetuti o il mantenimento di posture incongrue possono comportare alterazioni patologiche della colonna: «Deviazioni scheletriche si hanno in alcune attività lavorative, e così nei mietitori, nei minatori ecc. si hanno deviazioni della colonna vertebrale, [...] nelle operaie addette alla raccolta delle olive, nelle lavoratrici delle risaie, ecc. [...] in seguito alla forte flessione del tronco si possono avere, con l'andare del tempo, alterazioni della colonna vertebrale che diventa quasi rigida, secondo Pieraccini che ha denominato detta posizione "atteggiamento alla Millet" da quella assunta dalle spigolatrici nel celebre quadro del pittore francese».

I traumi della colonna cervicale da eventi acuti ed in particolare il colpo di frusta sono eventi ormai molto frequenti anche in ambito di medicina legale del lavoro da quando con il d.l. 38/00 sono ammessi all'indennizzo gli infortuni in itinere. Le maggiori controversie riguardano in particolare la valutazione del danno nei casi cronicizzati in cui vi siano preesistenze. Un trauma distorsivo anche modesto è in grado di slantentizzare i tipici sintomi della spondiloartrosi? Fattori di rischio, condivisi a livello scientifico, di cronicizzazione dei sintomi includono l'età avanzata, il genere femminile, la presenza iniziale di segni e sintomi di interessamento radicolare, l'intensità del dolore; più controversa è invece l'importanza di fattori psicosociali (Whiplash associa-

ted disorders: a comprehensive review, April 2006, The University of Adelaide, Edited by Rwg Anderson). Ma vi è necessità anche di meglio studiare gli aspetti di biomeccanica, patogenesi e diagnostica delle lesioni distorsive cervicali su cui dovrebbe basarsi l'approccio medico-legale. Si riporta nella sezione «Approfondimenti» il documento finale (17 aprile 1999) redatto dalla Consensus Conference Polidisciplinare «Il colpo di frusta cervicale: dalla clinica alla valutazione medico-legale».

Nel corso di aggiornamento «Il rachide dimenticato sede di infortunio e malattia professionale» verranno analizzati gli elementi di fisiopatologia della colonna e discussi alcuni casi di osservazione negli ambulatori Inca ed i criteri di accertamento del nesso di causa Inail alla luce delle attuali evidenze scientifiche; per quanto riguarda i traumi infortunistici della colonna cervicale verranno invece approfonditi la dinamica, la tipologia della lesione, gli accertamenti strumentali e la valutazione del danno considerate eventuali preesistenze.

Relazioni



Fisiopatologia della colonna con particolare riferimento al rachide cervicale e dorsale

di **Giacomo Bazzini (1,3)**, **Monica Panigazzi (1)**, **Elena Prestifilippo (3)**, **Edda Capodaglio (2)**, **M. Chiara Vercesi (4)** *

Il collo dell'uomo deve rispondere a due fondamentali esigenze: sostenere il capo e renderlo il più mobile possibile allo scopo di mantenere lo sguardo orizzontale e percepire al meglio ogni stimolo sensoriale esterno, ma nello stesso tempo fornire una robusta protezione alle strutture midollari, essenziali per la vita. Purtroppo questo conflitto si manifesta spesso nell'insorgenza di dolore cronico locale, che è molto diffuso, risulta in costante aumento (si stima ne soffre almeno il 67% delle persone) e sembra particolarmente caratteristico delle società occidentali¹. In letteratura scientifica si trovano molti studi che ne trattano in modo anche approfondito, ma ancora ai giorni nostri *la conoscenza della fisiopatologia sottesa alla disfunzione muscolare cervicale resta alquanto imprecisa*².

▼ **Anatomo-fisiologia**

Dal punto di vista morfo-funzionale possiamo trovare diverse modellizzazioni del tratto cervicale:

- suddivisione in 4 unità: atlante, epistrofeo, giunzione C2-C3 e le altre vertebre cervicali³;
- suddivisione in 2 strutture distinte: la regione cervicale alta (occipito-atlantoidea e atlanto-assiale) e quella bassa (da C2-C7 a C7-T1)⁴ (fig. 1 e 2).

* *Fondazione Salvatore Maugeri - Irccs:*

- *Servizio di Fisiatria occupazionale ed Ergonomia dell'Istituto scientifico di Pavia (1) e di Montescano (3)*
- *Divisione di Neuroriabilitazione dell'Istituto scientifico di via Boezio - Pv (2)*
- *Biblioteca scientifica dell'Istituto di Pavia (4)*

FIG. 1 E FIG. 2

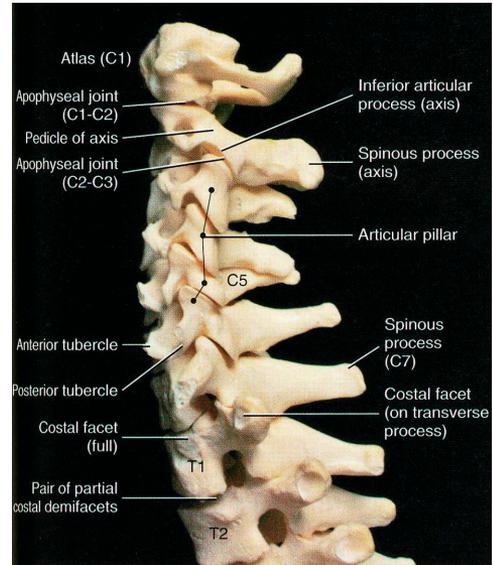
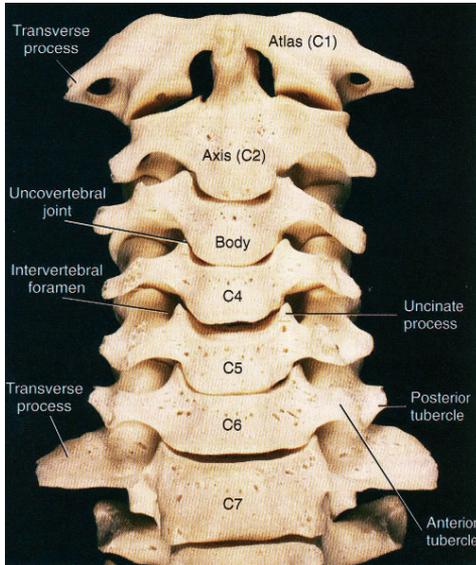


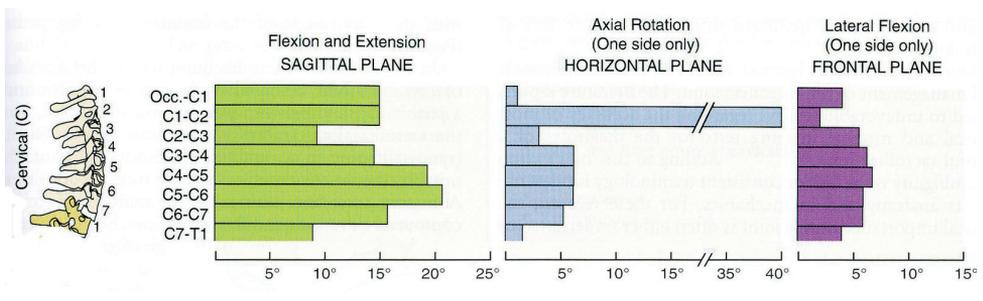
Fig. 1 – Rachide cervicale (vista frontale) ⁵.

Fig. 2 – Rachide cervicale (vista laterale) ⁵.

Queste due strutture funzionali *si completano l'un l'altra nella realizzazione di movimenti puri di rotazione, inclinazione o flessione-estensione del capo*⁶. In ogni caso le vertebre cervicali si muovono l'una sull'altra con un meccanismo che prevede lo scivolamento reciproco intorno ad un *centro di rotazione istantaneo*³.

In fig. 3 sono riportati i valori segmentari dell'articolarià cervicale, che nel complesso può quindi raggiungere in flessione-estensione i 130°, in inclinazione i 45°, in rotazione i 90° ⁶. Una misurazione delle escursioni articolari annuali del tratto cervicale di soggetti in età lavorativa ha riscontrato 335 milioni di gradi di flessione-estensione, 109 milioni di gradi di inclinazione laterale e 167 milioni di gradi di rotazione assiale, con la maggioranza di essi che avveniva in un *range* che non superava i 15° ^{7, 8}.

FIG. 3



Articolarià analitica delle vertebre cervicali ⁵.

Ricordiamo che nel rachide cervicale il carico viene diviso fra le strutture anteriori e posteriori: il disco è capace di resistere agli spostamenti ed alle rotazioni in tutte e 3 le direzioni, tuttavia una notevole importanza assumono anche le faccette articolari, che sono orientate obliquamente ed hanno una superficie decisamente ampia (1,2 volte quella del disco fra C2-C3 e C5-C6 e addirittura 1,8 volte fra C7 e T1). È stato stimato per esempio che a livello di C6 i 2/3 di un carico compressivo dall'alto viene sopportato da tali faccette⁴.

Nel tratto cervicale, oltre alla componente ossea, assume particolare rilievo quella legamentosa e muscolare. La funzione dei legamenti è di provvedere alla stabilità delle articolazioni come un trasduttore durante il movimento fisiologico e di assorbire energia durante eventuali traumi. Le proprietà fisiche dei legamenti dipendono principalmente dalla loro composizione, dal grado di idratazione e dall'età. I principali fattori relativi ai legamenti che determinano maggior stabilità articolare sono il loro orientamento nei 3 piani dello spazio ed una loro maggior area di sezione⁹.

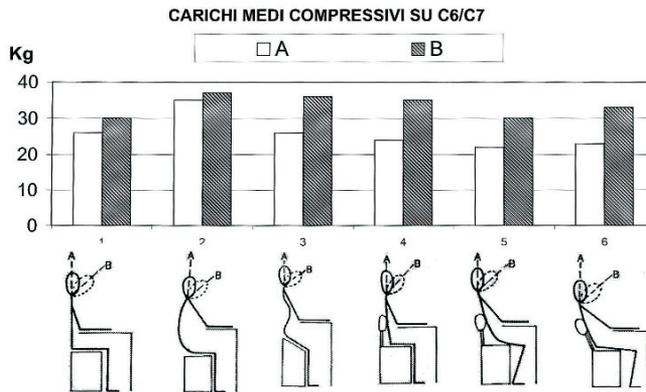
Le strutture legamentose del rachide cervicale basso sopportano principalmente le forze elastiche: i legamenti posteriori proteggono dall'eccessiva flessione del collo, mentre i legamenti anteriori dall'eccessiva estensione⁴.

Il sistema osseo-legamentoso contribuisce per il 20% alla stabilità meccanica del Rc mentre il restante 80% viene fornito dai muscoli¹⁰. L'intervento di stabilizzazione dei legamenti avviene soprattutto verso i valori estremi del *range* articolare¹¹ mentre i muscoli funzionano intorno alla posizione neutra (nella quale esprimono la loro maggior forza) e nella gran parte dei movimenti quotidiani. Tali muscoli sono più forti in estensione rispetto alla flessione, gli uomini presentano una forza maggiore rispetto alle donne, ma comunque questi valori di forza muscolare correlano poco con i dati antropometrici¹². Segnaliamo che alcuni lavori hanno riportato come, in pazienti con dolore cervicale, sia stata trovata una riduzione della forza e della resistenza dei flessori del collo¹³ o come in pazienti con cervicalgia da esiti di colpo di frusta sia stata trovata un'ampiezza aumentata all'Emg sullo sterno-cleidomastoideo e sullo scaleno anteriore e soprattutto un'incapacità al rilassamento al termine della mansione: dato che suggerisce in questi pazienti la presenza di un alterato *pattern* di attivazione².

Altri dati anatomici importanti per comprendere in seguito la genesi dell'insorgenza di eventuali patologie riguardano le cosiddette strutture nobili, ossia midollo e radici nervose. È stato misurato che il canale cervicale si allunga di 2,8 cm dalla massima flessione alla massima estensione. Le dimensioni antero-posteriori del canale variano da 16 a 18 mm scendendo da C3 a C7 ed il diametro midollare varia da 8,5 a 11,5 mm. La capacità del canale spinale si riduce dal livello di C1, dove il midollo occupa circa il 50% dello spazio, a quello di C6, dove occupa circa il 75%. Secondo alcuni un canale con diametro inferiore ai 10 mm è predisposto all'insorgenza di mielopatie¹⁴.

Per la stima dei carichi che vengono sopportati dalle strutture del rachide cervicale (ed in particolare dai dischi intervertebrali), fra i diversi modelli proposti¹⁵, è comodo utilizzare il modello statico monodimensionale^{16,17} che schematizza il disco come il fulcro di una leva di primo genere. Poiché il braccio di leva dei muscoli del collo (come peraltro in buona parte del rachide) è di soli 5-6 cm circa, ciò determina in numerose situazioni quotidiane e/o lavorative un carico piuttosto elevato sui dischi. Per esempio è stato calcolato che il carico medio compressivo sui dischi cervicali in posizione seduta varia fra i 20 ed i 40 kg e muta a seconda del tipo di sedia e di postura¹⁸ (fig. 4). Calcolati in ortodontisti ed odontoiatri i carichi istantanei compressivi e di taglio sono risultati dell'ordine di 140 N e 65 N (soprattutto con capo mantenuto in iperflessione per lavori di precisione)¹⁹ (fig. 5 a-b). Comunque la postura del collo in cifosi è sempre da evitare in quanto sovraccarica le strutture cervicali ed in particolare il bordo vertebrale, facilitando la formazione di osteofiti²⁰.

FIG. 4



Carichi compressivi a livello di C6-C7, a seconda del tipo di sedia, di postura e di posizione del capo¹⁸ (modif.).

FIG. 5 A-B



Esempi di posture prolungate in flessione del rachide cervicale.

▼ Biomeccanica e fisiopatologia

Mentre la genesi delle problematiche «minori» del tratto cervicale (cosiddetto *discomfort*) vede imputata soprattutto la fissità posturale (e quindi strutture muscolari e loro vascolarizzazione), le problematiche «maggiori» sono legate ad incidenti e traumi (e possono interessare tutte le strutture anatomiche).

■ Attività statico-posturali (→ malattie professionali)

Per la comprensione dei frequenti sintomi algici di natura muscolo-scheletrica a livello cervicale gioverà ricordare da un lato come qualunque attività posturale protratta possa determinare un accumulo di cataboliti connesso al rallentamento della circolazione locale dovuto alla contrazione isometrica prolungata dei gruppi muscolari di collo e spalle che regolano la postura e dall'altro ai meccanismi di nutrizione dei dischi intervertebrali, che sono invece privi di vasi e quindi dipendono da un corretto equilibrio nei rapporti fra pressione idrostatica, osmotica ed oncotica all'interno ed all'esterno del disco stesso¹⁵. Per questi motivi è ormai condiviso il concetto di associare alla valutazione puramente biomeccanico-ergonomica delle postazioni di lavoro quella dell'introduzione di pause compensatorie e/o alternanze posturali con variazioni di compiti per prevenire discomfort di natura muscolo-scheletrica.

Citiamo solo alcuni dei numerosi studi effettuati sull'ergonomia della postazione seduta, in particolare al Pc o comunque ad un videoterminale (Vdt), anche perché non sono unanimi. Per esempio è stato misurato il momento flessorio cervicale cambiando l'altezza dello schermo da 95 a 110 cm di altezza e non sono state trovate differenze significative (tale momento flessorio restava intorno ai 5 piedi-libbra)²¹. Il Pc con tastiera tradizionale sembra migliore rispetto ai più recenti *notebook* ed ai portatili poiché l'operatore tende non a cambiare l'altezza della sedia e la posizione bensì a modificare la propria postura, aumentando la flessione ed incrementando così il rischio di *discomfort*²². In un gruppo di operatori al Vdt si è riscontrata una maggiore attività muscolare nella parte superiore del trapezio destro rispetto ai controlli, che presentavano invece un'attività inferiore e più simmetrica; ciò suggerirebbe la presenza nei primi di un alterato *pattern* di reclutamento muscolare, come risposta individuale alla postura prolungata^{23, 24}.

È tuttavia riconosciuto un nesso fra la postura statica prolungata con incremento di carico muscolare ed aumento del rischio di sviluppare sintomi nell'arto superiore²⁵, ed anche evidenza di una relazione dose-risposta fra postura e *discomfort*; per esempio in 420 segretarie è stato trovato un rischio aumentato di dolori al collo ed alle spalle quando lavoravano al Vdt oltre 5 ore al giorno. La *forward head posture* adottata spesso dagli operatori al Vdt comprende una combinazione di flessione del rachide cervicale basso associata ad

un'estensione di quello alto (*head tilt*) con spalle «arrotondate» (scapole protratte ed elevate) (fig. 6). È però difficile chiarire la relazione causa-effetto fra postura e dolore, anche se è già stato detto come questa postura scorretta del collo possa non solo aumentare il carico compressivo sul rachide²⁴, ma soprattutto causare affaticamento specialmente sui muscoli del passaggio cervico-dorsale.

Altri lavori hanno affrontato il problema dell'influenza di attività lavorative combinate (fig. 7), sia posturali scorrette prolungate, sia dinamiche con sollecitazioni significative, sull'insorgenza non solo di *discomfort* ma soprattutto di eventuali patologie professionali importanti a carico del tratto cervicale ed in particolare cervico-brachialgie, mielopatie, ecc.

FIG. 6 E FIG. 7

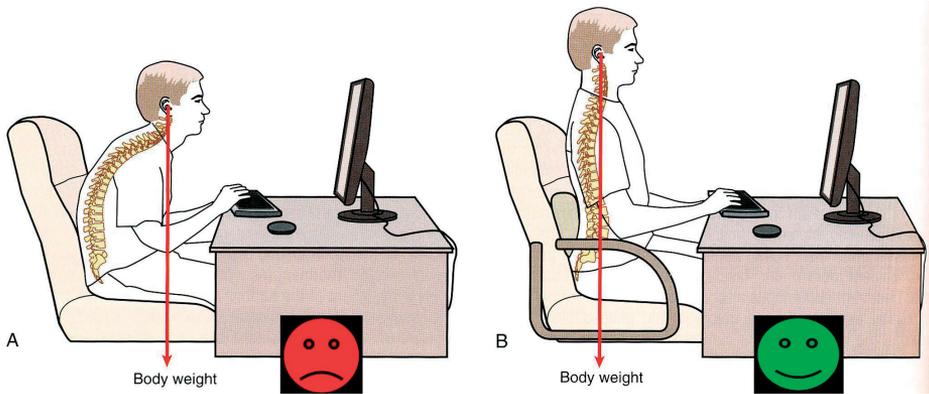


Fig.6 – Postura corretta e scorretta al Vdt⁵.



Fig. 7 a,b,c,d,e,f – Esempi di attività posturali prolungate a rischio di *discomfort* della regione cervico-dorsale.

Sono state per esempio valutate eventuali differenze significative in operai di acciaieria (mansione lavorativa pesante per spalla e collo con frequenti sollevamenti e battiture) ed in impiegati lungo 18 anni (alla fine dello studio l'età media dei soggetti era di 56 anni): gli operai presentavano riduzione del senso vibratorio (seppur in assenza di segni di compressione nervosa periferica o di mielopatia); cambiamenti degenerativi da lievi a moderati non sono stati facilmente dimostrabili data la soggettività interferente; non sono state trovate variazioni significative nell'altezza dei dischi intervertebrali, nei gradi della lordosi cervicale, nell'allineamento vertebrale; sono state invece trovate alterazioni dei forami dovute a osteofiti posteriori e segni di spondiloartrosi che sono stati definiti «moderati»²⁶.

■ Attività dinamiche (→ traumi e infortuni)

La classificazione delle lesioni della colonna cervicale in «maggiori» implica che la compromissione strutturale del rachide cervicale abbia causato un danno neurologico (midollare e/o radicolare) oppure creato un'instabilità che minaccia l'integrità del midollo. L'entità e la tipologia del danno può essere influenzata da numerosi parametri biomeccanici (rapporti fra le forze applicate, la loro entità e direzione). La maggioranza delle lesioni acute trova la sua base in un sovraccarico acuto del rachide cervicale: le strutture viscoelastiche (soprattutto legamenti e dischi) sono in grado di assorbire energia mediante deformazione tuttavia questa capacità si riduce per elevati livelli di forza e di velocità, che potranno quindi determinare lesioni, quali fratture, dislocazioni, compromissioni legamentose, ecc. con secondaria instabilità e/o possibile danno delle strutture nervose adiacenti (fig. 8 a-b).

FIG. 8 A-B

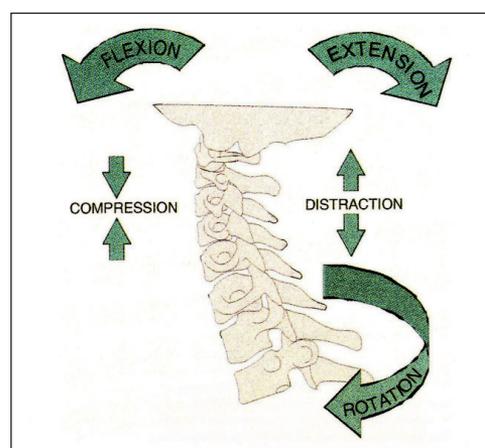


Fig. 8a – Direzione e meccanismi di possibile danno cervicale¹⁴.

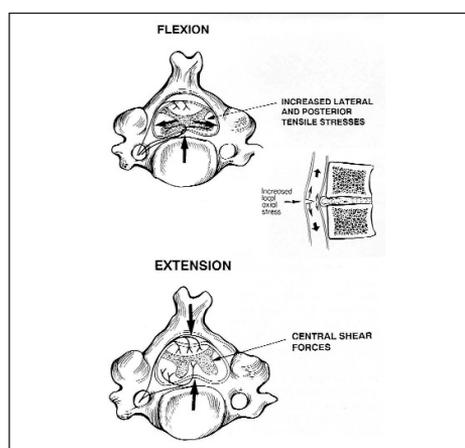


Fig. 8b – Forze che si generano durante flessione ed estensione estrema e/o molto veloce¹⁴.

Se vengono inoltre applicate forze incrementali nel piano sagittale si generano anche forze di taglio (traslazione antero-posteriore) che possono facilmente determinare danni aggiuntivi (fig. 9). Inoltre la resistenza del rachide cervicale al carico compressivo assiale si riduce in presenza di collo flessso o inclinato¹⁴. Segnaliamo infine che la localizzazione e l'entità di eventuali lesioni al rachide cervicale sono età-dipendenti (fig. 10), nel senso di una maggior suscettibilità con l'avanzare della decade di vita⁴ e dell'anzianità lavorativa.

FIG. 9 E FIG. 10

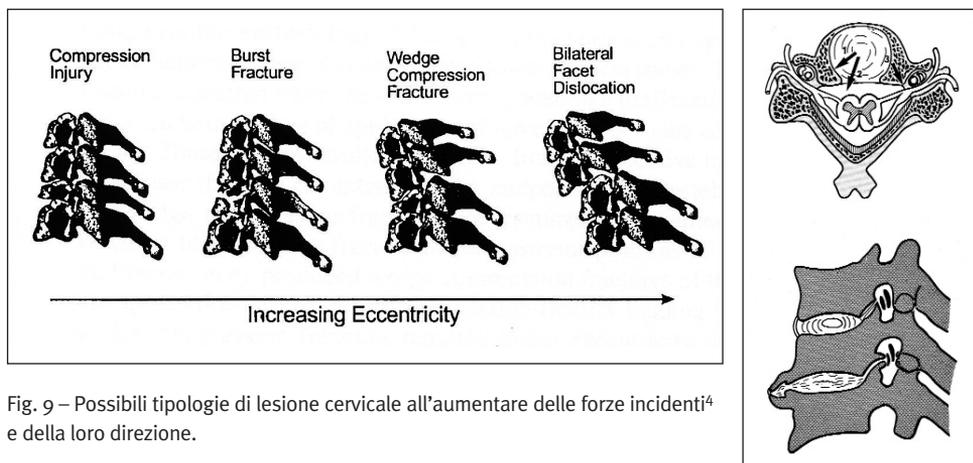


Fig. 9 – Possibili tipologie di lesione cervicale all'aumentare delle forze incidenti⁴ e della loro direzione.

Fig. 10 – Possibili erniazioni del disco e maggior suscettibilità di lesione nel rachide artrosico⁶.

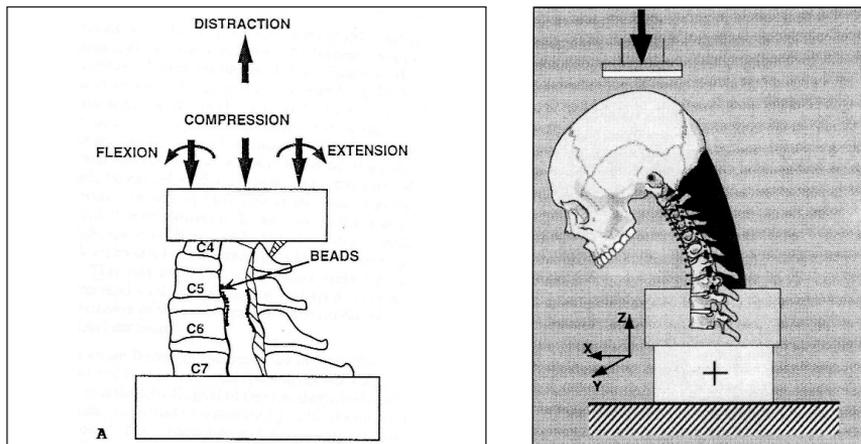
Dall'esautiva *review* di Myers⁴ riportiamo una classificazione di possibili modalità di lesione del tratto cervicale:

- Compressione (fratture dell'atlante, del corpo vertebrale, frattura di Jefferson)
- Compressione-flessione (fratture da scoppio, fratture a cuneo)
- Compressione-estensione (fratture degli elementi posteriori)
- Tensione (fratture occipito-atlantoidee)
- Tensione-estensione (fratture di Hangman)
- Momento flessorio (dislocazione delle faccette articolari)
- Momento estensorio (rottura del legamento longitudinale anteriore, rottura del disco, frattura orizzontale del corpo)
- Torsione (dislocazione atlanto-assiale, dislocazione unilaterale delle faccette atlanto-assiali)
- Taglio orizzontale (fratture del dente, rotture del legamento trasverso)
- Meccanismi multipli (frattura di Teardrop, frattura di Clay).

▼ Tolleranze e valori-limite per la prevenzione di lesioni acute

In letteratura si ritrova un numero discreto di studi nei quali si è cercato di misurare i carichi di tolleranza del tratto cervicale dal punto di vista biomeccanico, mediante apparecchiature in grado di imprimere elevate accelerazioni/decelerazioni con impatti a diverse velocità oppure forze compressive progressivamente crescenti nelle diverse direzioni (fig. 11 a,b) e dove i carichi compressivi applicati sulla testa vengono trasmessi al rachide cervicale mediante i condili occipitali. Studi ormai datati²⁷ indicavano che frenate improvvise da circa 40 *mph* determinavano sul corpo decelerazioni intorno a 60 G e potevano essere sostenute da un organismo sano senza lesioni ma studi più recenti²⁸ hanno mostrato come per decelerazioni maggiori di 15 G i soggetti riportavano mal di testa per 30 sec., maggiori di 20 G segnalavano «appannamenti» e maggiori di 31,5 G addirittura stati confusionali.

FIG. 11 A, B



a, b – Schematizzazione di apparecchiature per l'analisi dei carichi di rottura del rachide cervicale ^{10,14}.

Alcuni Autori²⁹ hanno segnalato fratture per carichi compressivi compresi fra 0,3 kN e 14,7 kN ma alla fine concludono che *un vero e proprio limite di tolleranza* secondo loro non esiste.

Nella sua *review* del 1995 Myers riporta come nei diversi lavori la tolleranza del rachide cervicale dell'adulto ai carichi compressivi variasse dai 2,75 kN fin oltre i 3,44 kN ⁴; studi recenti^{14,30} hanno riscontrato limiti di rottura del rachide cervicale sotto carico mediamente intorno ai 3.100 N (fig. 12).

Altri studi hanno preso in considerazione anche gli aspetti dinamici, ossia le modalità temporali di applicazione delle forze su capo e collo; per esempio sono state riscontrate¹⁴ lesioni gravi (dislocazioni delle faccette, fratture del dente, traumi spinali) per forze compressive da 300 N a 17 kN, mediamente con forze intorno ai 5 kN, ma velocità intorno a 4-6 m/sec. (fig.13).

Anche le caratteristiche biomeccaniche dei costituenti il tratto cervicale sono tempo-dipendenti: per es. un incremento del carico da 1 fino a 250 cm/sec. determina un incremento del carico elastico di rottura e della *stiffness* del legamento longitudinale anteriore e del legamento flavo¹⁴.

FIG. 12 E FIG. 13

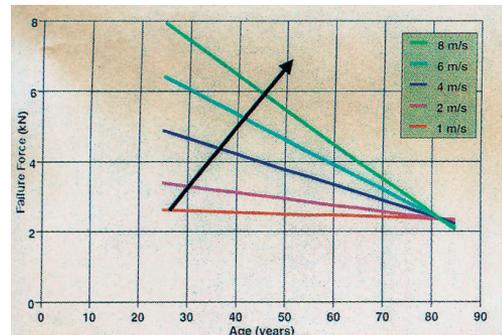
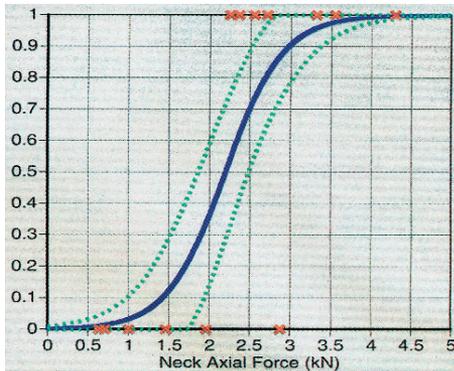


Fig. 12 – Probabilità di fratture del rachide cervicale all'aumentare del carico compressivo assiale¹⁴.

Fig. 13 – Limiti di frattura del rachide cervicale al variare della velocità di impatto e dell'età¹⁴.

I maggiori danni alle strutture del collo avvengono entro i primi 15 ms dall'applicazione del carico, ma i tempi di risposta dei muscoli cervicali sono intorno ai 60 ms, pertanto il loro ruolo protettivo in questi eventi con forze compressive purtroppo è molto limitato¹⁴. Un altro fattore che complica il quadro nella realtà clinica è il fatto che il collo presenta un'elevata possibilità di movimento ed infatti alcuni³¹ suggeriscono la possibilità di lesioni discali (ernie, ecc.) anche con l'applicazione di modesti momenti di forza flessione-estensione (e quindi relativamente basse forze compressive) ma con alta ripetitività di movimento; secondo loro in ogni caso il processo di erniazione è un processo cumulativo. Nel determinismo di eventuali lesioni cervicali occorre considerare poi il fatto che *in vivo* il collo presenta tutta una serie di elementi anatomici importanti (legamenti, fasce, muscoli, ecc.) la cui tolleranza è problematica da riprodurre in esperimenti su cadaveri. È stata proposta⁴ una soglia di 56,7 Nm per l'insorgenza di lesioni legamentose in estensione e una soglia di 59,4 Nm in flessione; lacerazioni legamentose sono state osservate per torsioni del capo che oltrepassavano i 123°.

In inclinazione laterale momenti vicini ai condili occipitali fra i 20 ed i 60 Nm e rotazioni laterali di 52° ottenuti con decelerazioni da 5 a 10 G non hanno determinato lesioni del rachide cervicale. In torsione usando un carico di 4°/sec. altri Autori³² hanno descritto fratture nei campioni utilizzati con rotazioni assiali di 68,1° ed un *torque* di 13,6 Nm. Altri Autori³³ propongono come limite di frattura del collo forze di taglio maggiori di 6,2 kN. In ogni caso è condiviso il concetto che è sempre fondamentale il rapporto tempo/forza nel determinismo di eventuali lesioni (fig. 14).

FIG. 14 E FIG. 15

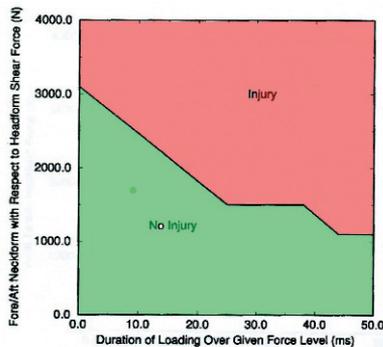


Fig. 14 – Limiti di lesione del rachide cervicale relativamente all'entità delle forze di taglio applicate ed al tempo della loro applicazione³³.

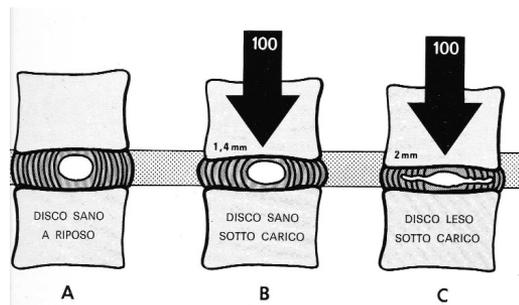


Fig. 15 – Tolleranza ridotta di vertebre cervicali con fenomeni di degenerazione artrosica⁶.

Occorre infine ricordare che la tolleranza delle strutture vertebrali a carichi potenzialmente lesivi dipende dall'età e dal sesso e dalla loro costituzione e quindi da eventuali patologie pregresse che ne compromettono in vario modo ed a vari livelli l'integrità, quali: degenerazioni spondilistiche, osteopenia (post-menopausale, ipofisaria, glucocorticoidi-indotta), artrite reumatoide, spondilite anchilosante, alterazioni endocrine e congenite¹⁴.

▼ Altri fattori

Studi molto recenti^{1,34} hanno focalizzato tuttavia l'attenzione, oltre che sui fattori più propriamente fisico-ergonomici, sulle influenze psico-sociali dei disturbi cervico-dorsali in senso lato³⁵. Per quanto difficile cerchiamo quindi di sintetizzare quali possono essere i fattori che maggiormente possono contribuire in varia misura allo sviluppo dei disturbi cervico-dorsali:

A. fisici: durata della posizione seduta³⁶, postura scorretta del rachide cervicale³⁶, marca-

ta e frequente flessione e rotazione del collo lavoro-correlata^{36,37,38}, affaticamento muscolare localizzato³⁶;

B. demografici: età³⁶, sesso femminile^{36,39} *;

C. lavorativi: alta domanda del compito lavorativo^{37,38}, bassa autonomia decisionale^{37,38}, bassa sicurezza^{37,38}, frequenza delle pause³⁶;

D. psicosociali: elevato stress psicologico e/o ambientale³⁶.

Sembrano invece adempiere mediante qualche modalità protettiva la mobilità del rachide cervicale e l'esecuzione di regolari esercizi³⁶.

Poco si conosce infine sui fattori che possono influenzare l'insorgenza di dolore spinale toracico. In letteratura abbiamo trovato fattori⁴¹:

- individuali (sintomi muscolo-scheletrici concomitanti in altre sedi, tensione pre-mestruale, sesso femminile);
- correlati al lavoro in genere: elevato carico, alta intensità, percezione di problemi ergonomici sul posto di lavoro, lavori specifici come fisioterapia, medicina interna, elettronica, assemblaggio, compito noioso e ripetitivo, durata del lavoro, guida, volo;
- fisici legati al compito: attività fisioterapiche manuali, salita di scale, stress fisico elevato;
- psicosociali: percezione del rischio di lesioni, pressione mentale elevata.

■ Bibliografia

1. Coté P. et al., *Results of the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders*. Spine 2008, vol. 33, n. 4S, pp. S60-S74.
2. Falla D., *Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain*. *Manual Therapy 2004*, 9, pp. 125-133.
3. Bogduk N., Mercer S., *Biomechanics of the cervical spine: I: Normal kinematics*. Clin Biomech 15 (2000), pp. 633-648.
4. Myers B.S., Winkelstein B.A., *Epidemiology, classification, mechanism and tolerance of human cervical spine injuries*. Clin Rev in Biomedical Engineering, 23, 1995 (5&6), pp. 307-409.
5. Neumann D.A., *Kinesiology of the musculoskeletal system - Foundations for Rehabilitation*. Mosby Elsevier, St. Louis 2010.
6. Kapandji I.A., *Fisiologia articolare. III: Tronco e rachide*. Ed. Demi-Roma, 1974.
7. Sterling A.C. et al., *Annual frequency and magnitude of neck motion in healthy individuals*. Spine 2008, vol. 33, n. 17, pp 1882-1888.

* Più discussi sono fattori di rischio sesso-correlati⁴⁰: per i maschi: alto carico mentale e presenza di carico domestico aggiuntivo; mentre per le femmine: la necessità di straordinari, l'alto carico mentale, l'insoddisfatta durata del tempo libero.

8. Cobian D.G. et al., *Task specific frequencies of neck motion measured in healthy young adults over a 5 day period*. Spine 2009, 34(6), pp. E202-E207.
9. Panjabi M.M. et al., *Quantitative anatomy of cervical spine ligaments. Part I. Upper cervical spine*. Journal of Spinal Disorders 1991, vol. 4, n. 3, pp. 270-276.
- 10 Panjabi M.M. et al., *Critical load of the human cervical spine: an in vitro experimental study*. Clinical Biomechanics 1998, 13, pp. 11-7.
11. Harms-Ringdahl K. et al., *Load moments and myoelectric activity when the cervical spine is held in full flexion and extension*. Ergonomics. 1986, 29(12), pp. 1539-52.
12. Suryanarayana L., Kumar S., *Quantification of isometric cervical strength at different ranges of flexion and extension*. Clinical Biomechanics 2005, 20(2), pp. 138-44.
13. Placzek J.D. et al., *The influence of the cervical spine on chronic headache in women: a pilot study*. Journal of Manual and Manipulative Therapy 1999, 7(1), pp. 33-9.
14. Cusick J.F., Yoganandan N., *Biomechanics of the cervical spine 4: major injuries*. Clinical Biomechanics 17 (2002), pp. 1-20.
15. Occhipinti E., Colombini D., Molteni G., Grieco A., *Attività muscolare e carico articolare: metodi e criteri di valutazione*. Atti del Seminario nazionale: Lavoro e Patologia del Rachide. Milano, 29-30 maggio 1989, pp. 17-64.
16. Chaffin D.B., *Low back stresses during load lifting*. In: Human Body Dynamics: Impact, occupational and athletic aspects (Ghista Dn ed.), Clarendon press, Oxford 1982, pp. 249-269.
17. Niosh, *Work practice guide for manual lifting*. Niosh Technical Report n. 81, Department of Health and Human Services 1981.
18. Colombini D., Occhipinti E., Frigo C., Pedotti A., Grieco A., *Biomechanical, electromyographical and radiological study of seated postures*. In: Ergonomics of working postures (Corlett N. et al. ed.) 1985, pp. 331-344.
19. Newell T.M., Kumar S., *Comparison of instantaneous and cumulative loads on the low back and neck in orthodontists*. Clinical Biomechanics 2005, 20 (2), pp. 130-7.
20. Harrison D.E. et al., *Comparison of axial and flexural stresses in lordosis and three buckled configurations of the cervical spine*. Clinical Biomechanics 2001, 16, pp. 276-284.
21. Kietrys D.M. et al., *The relationship between head and neck posture and Vdt screen height in keyboard operators*. Physical Therapy 1998, vol. 78, n. 4, pp. 395-403.
22. Szeto G.P. et al., *An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers*. Arch Phys Rehabil, vol. 83, aprile 2002, pp. 527-532.
23. Szeto G.P.Y. et al., *A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work-1: neck and shoulder muscle recruitment patterns*. Manual Therapy 2005, 10, pp. 270-280.
24. Szeto G.P.Y. et al., *A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office workers*. Applied Ergonomics 2002, 33, pp. 75-84.

25. Aaras A. et al., *Postural load during Vdu work: a comparison between various work postures.* Ergonomics. 1997, 40 (11), pp. 1255-1268.
26. Alund M. et al., *Work-related persistent neck impairment: a study on former steelworks grinders.* Ergonomics 1994, 37(7), pp. 1253-60.
27. Ryan L.M., *Cadaver windshield impact research.* Plast. Reconstr. Surg. 1966, 37(4), pp. 314-323.
28. Gurdjian E.S. et al., *Impact injury and crash protection.* Springfield, Illinois, Cc Thomas Publisher, 1970.
29. Alem N.M. et al., *Superior-Inferior head impact tolerance levels.* Umtri-8242, 1982.
30. Yliniemi E.M. et al., *Dynamic tensile failure mechanics of the musculoskeletal neck using a cadaver model.* Journal of Biomechanical Engineering 2009, vol. 131 051001-1/051001-10.
31. Callaghan J.P. et al., *Intervertebral disc herniation: studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force.* Clinical Biomechanics 2001, 16, pp. 28-37.
32. Goel V.K. et al., *Ligamentous laxity across C0-C1-C2 complex.* Spine 1990, 15(10), pp. 990-996.
33. Cheng R. et al., *Injuries to the cervical spine caused by a distributed frontal load to the chest.* Proc. 26th Stapp Car Crash Conference, Sae Paper 821155, 1982.
34. Guzman J. et al., *Clinical practice implications of the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders.* Spine 2008, vol. 33, n. 4S pp. S199-S213.
35. Walker-Bone K., Cooper C., *Hard work never hurt anyone: or did it? A review of occupational associations with soft tissue musculoskeletal disorders of the neck and upper limb.* Ann Rheum Dis 2005, 64, pp. 1391-1396.
36. Hush J.M. et al., *Risk factors for neck pain in office workers: a prospective study.* BMC Musculoskeletal Disorders 2006, 7, p. 81.
37. Ariens Gam et al., *High quantitative job demands and low coworker support as risk factors for neck pain.* Spine 2001, vol. 23, n. 17, pp. 1896-1903.
38. Ariens Gam et al., *High physical and psychosocial load at work and sickness absence due to neck pain.* Scand J. Work Environ Health 2002, 28 (4), pp. 222-231.
39. Hush J.M. et al., *Individual, physical and psychological risk factors for neck pain in Australian office workers: a 1-year longitudinal study.* Eur Spine J 2009, 18, pp. 1532-1540.
40. Fredriksson K. et al., *Risk factors for neck and upper limb disorders: results from 24 years of follow up.* Occup Environ Med 1999, n. 56, pp. 59-66.
41. Briggs A.M. et al., *Prevalence and associated factors for thoracic spine pain in the adult working population: a literature review.* J Occup Health. 2009, 51, pp. 177-192.

Attuali evidenze scientifiche di malattie lavoro-correlate del rachide cervicale e dorsale

di **Stefano Porru***, **Francesca Parmigiani***, **Manuela Oppini****,
Barbara Bellina*, **Angela Carta***

▼ 1. Premessa

Le ernie e protrusioni cervicali e dorsali sono condizioni patologiche che si riscontrano con una certa frequenza in lavoratori e nella popolazione generale. Contrariamente a quanto risulta per il rachide lombare, l'attenzione dei ricercatori e dei professionisti della salute occupazionale si è scarsamente focalizzata su tali segmenti del rachide, inoltre tali condizioni attualmente non sono incluse tra le malattie professionali per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi del d.m. 11/12/2009 (*Gu* 19 marzo 2010, n. 65) e integrato con la pubblicazione sul So n. 66 (*Gu* 1° aprile 2010 n. 76).

Scopo del contributo è valutare le attuali conoscenze scientifiche nell'ambito della eziopatogenesi di ernie e protrusioni cervicali e dorsali, con particolare riferimento all'esposizione occupazionale e al nesso causale con l'attività lavorativa.

▼ 2. Metodi

È stata condotta una revisione estesa, non sistematica, della letteratura scientifica. È stato utilizzato come motore di ricerca PubMed, la banca dati gratuita della *National Library of Medicine National Institutes of Health* statunitense; le parole chiave utilizzate sono «spinal hernia, disc hernia, herniated nucleus pulposus, bulging disc, discopathy, herniated cervical disc, herniated thoracic disc, disc protrusion, disc prolapse, disc displacement, disc degeneration», sia singolarmente che in combinazione con «occupational, work related, among workers, workers with». Inoltre, la ricerca è

* Dipartimento di Medicina Sperimentale ed Applicata – Sezione di Medicina del Lavoro.

** Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro – Università degli Studi di Brescia.

stata integrata scrutinando le voci bibliografiche citate nelle revisioni di letteratura. Dato l'esiguo numero di articoli scientifici pubblicati circa l'eziopatogenesi di ernie e protrusioni cervicali e dorsali, la ricerca di letteratura si è estesa al dolore cervicale e dorsale in ambito lavorativo; le parole chiave utilizzate sono state rispettivamente «occupational neck pain, work related neck pain, neck pain among workers» e «occupational thoracic spine pain, work related upper back pain».

Dato il tema del Convegno, ci è sembrato inoltre utile analizzare la casistica clinica afferita all'Unità operativa di medicina del lavoro (Uoml) degli Spedali Civili di Brescia tra gennaio 2006 e luglio 2010, costituita da pazienti inviati con quesiti diagnostici relativi a patologie di tipo osteoarticolare, per i quali è stata formulata una diagnosi di ernia o protrusione discale a livello del rachide cervicale e/o dorsale. Per tutti i pazienti è stata raccolta una dettagliata anamnesi lavorativa, per la ricostruzione dei principali fattori di rischio, eventualmente integrata dai dati di valutazione del rischio (Dvr) specifici richiesti alla ditta. Nell'ambito dell'anamnesi patologica specifica è stata acquisita tutta la pertinente documentazione clinica e le indagini di *imaging* effettuate; i questionari semistrutturati specifici per rachide e arti superiori sono stati utilizzati per la raccolta sistematica di tutti i fattori di rischio individuali (pregressi traumi, attività sportive, *hobbies*), della sintomatologia specifica in termini di modalità di comparsa, durata, disabilità, assenteismo correlato ed eventuali terapie, integrata da un esame obiettivo guidato specifico secondo modalità concordate con lo specialista fisiatra. Al termine della raccolta anamnestica e dell'esame obiettivo, sulla base della documentazione acquisita e della situazione clinica specifica è stato programmato il successivo percorso diagnostico che prevede, a seconda dei casi, un'integrazione dell'anamnesi e del Dvr con sopralluoghi o consultazione dell'organo di vigilanza competente territorialmente, nonché accertamenti diagnostici specifici (indagini di laboratorio, Tc, Rm, Emg, visita specialistica fisiatrica o ortopedica). Al termine del percorso diagnostico, una volta raccolte tutte le informazioni e i dati necessari, è stata redatta una relazione epicritica specifica: a seguito di considerazioni relative all'esposizione occupazionale in termini di entità, modalità e durata, è stata formulata, sulla base delle evidenze cliniche e scientifiche (documentate con bibliografia), una conclusione relativa al nesso causale tra fattori di rischio lavorativo e condizione clinica evidenziata. In caso di riconoscimento di malattia lavoro-correlata si procede infine ad espletare tutti gli obblighi medico legali conseguenti.

▼ 3. Risultati

La ricerca bibliografica ha consentito di reperire 20 articoli scientifici originali relativi a ernie e protrusioni cervicali; 7 articoli originali e 2 revisioni di letteratura relativi a ernie e

protrusioni dorsali, inoltre è stata reperita una revisione scientifica non sistematica relativa alla fisiopatologia delle ernie e protrusioni dorsali. Per quanto riguarda il dolore cervicale e dorsale sono state raccolte 5 revisioni di letteratura e 51 articoli scientifici. Di seguito, si discutono gli elementi essenziali di tale ricerca.

■ 3.1 Rachide cervicale

3.1.1 Il dolore cervicale

La definizione generica di dolore cervicale non è univoca nella pratica clinica e nei diversi studi scientifici rendendo più problematico il confronto dei risultati. L'*International Classification of Diseases (Icd) 10th revision*, riporta la sindrome cervicale in una categoria specifica (M 53.1), ma il dolore cervicale con dolore alla palpazione può essere compreso all'interno di altre categorie correlate con la fibrosite (M 79.0) o la cervicalgia (M 54.2).

Nell'ambito della letteratura scientifica la variabilità è anche maggiore. I principali schemi classificativi per il dolore cervicale possono essere ricondotti a tre termini: *sindrome da tensione cervicale* (sinonimi: mialgia tensiva, sindrome cervicobrachiale professionale, fibrosite, sindrome miofasciale, fibromiosite) che rappresenta una sindrome dolorosa regionale non specifica; *sindrome cervicale* ossia osteoartrite sintomatica e *sindrome dello stretto toracico* intesa come una compressione delle radici nervose distali, del plesso brachiale, dei vasi succlavi o dei fasci vascolonervosi a vari livelli nell'area compresa tra il collo e l'ascella, dovuta a lesioni meccaniche o funzionali. La sindrome cervicale e la sindrome dello stretto toracico devono essere considerate come patologie specifiche.

Va sottolineato che molti studi epidemiologici descrivono casistiche che considerano il sintomo «dolore» cervicale, più o meno associato al dolore nella regione delle spalle, mentre pochi studi riportano risultati conseguenti un esame obiettivo. Inoltre, solitamente, si fa affidamento alle sintomatologie autoriportate dai lavoratori e, considerata l'assenza di un *gold standard*, in termini di durata, intensità e frequenza, si riscontra una molteplicità di definizioni negli studi epidemiologici.

La prevalenza di dolore cervicale nella *popolazione generale* adulta è variabile; studi condotti in Finlandia e Canada hanno rilevato che circa i 2/3 degli adulti hanno episodi di dolore cervicale nella propria vita (Mäkelä e coll, 1991; Côté e coll, 2000). Uno studio olandese ha riportato una prevalenza annuale di dolore cervicale in soggetti con più di 25 anni del 31% e una prevalenza di sintomi cronici del 14%; anche altri studi europei hanno evidenziato una prevalenza di dolore cervicale cronico (durata maggiore a 3-6 mesi) tra 14 e 23% (Brattberg e coll, 1989; Andersson e coll, 1993; Linton e coll, 1998; Urwin e coll, 1998; Picavet e coll, 2003). La sintomatologia è più frequente nella popolazione fem-

minile (prevalenza annuale di circa 45% nelle donne rispetto al 30% negli uomini) (Leboeuf-Yde e coll, 2009).

In *tabella 1* vengono sintetizzati gli studi pubblicati circa l'associazione tra attività lavorativa e insorgenza di dolore cervicale (Palmer e coll, 2002). La prevalenza annuale nella popolazione lavorativa è estremamente variabile all'interno dei diversi gruppi occupazionali, con valori che vanno dal 6 al 76%, solitamente maggiori per il genere femminile (Kamwendo e coll, 1991; Bovim e coll, 1994; Sakakibara e coll, 1995; Schibye e coll, 1995; Ariens e coll, 1999; Reneman e coll, 2005).

Da una revisione sistematica di letteratura è emerso che, in *ambito sanitario*, la prevalenza annuale di dolore cervicale è 17% nei dentisti, 26% nei farmacisti e 76% negli igienisti dentali; inoltre, dolore cervicale che comporta limitazioni lavorative è avvertito dal 5.1-6% dei dentisti e dal 3.9-5.1% degli infermieri. Nell'*ambito dei lavori d'ufficio*, varia dal 17.7% negli impiegati del settore amministrativo, al 43.2% di operatori al *call center* fino al 63% nelle segretarie. Tra i *lavori di tipo manuale* la prevalenza annuale varia dal 16.5% in addetti alla filatura al 74% in gruisti (Côté e coll, 2009).

Il dolore cervicale rappresenta un problema significativo per l'individuo, l'impresa e la società, poiché è correlato con disabilità lavorativa e richiesta di indennizzi. La maggior parte dei costi è attribuita all'assenteismo correlato, alla conseguente disabilità e alla perdita di produttività. Uno studio olandese condotto nel 2006 ha stimato che i costi annuali, dovuti ai sintomi cervicali e degli arti superiori, sono pari a 2.1 miliardi di euro (Bernaads e coll, 2007); negli Stati Uniti, nello stesso periodo, si è stimato che i costi annuali dovuti ad assenteismo e spese sanitarie correlate sono stati tra 45 e 54 miliardi di dollari (Bongers e coll, 2006).

Le basi fisiopatologiche del dolore cervicale sono sostanzialmente sconosciute in circa l'80% dei casi, ad essi viene quindi applicato il termine «non specifico». Più specificatamente, il dolore cervicale di origine occupazionale è considerato di origine multifattoriale e può comportare ridotta capacità di lavoro (Reesink e coll, 2007). Nell'ambito di questi studi, particolarmente utile può essere l'utilizzo di questionari che consentano di raccogliere in modo confrontabile i fattori di rischio, le caratteristiche di insorgenza della sintomatologia con particolare attenzione al nesso temporale tra sintomo ed esposizione lavorativa, nonché la disabilità correlata sia in termini di riduzione della performance lavorativa e della vita quotidiana che in termini di assenteismo correlato. Tra i questionari attualmente disponibili ricordiamo che il *Nordic Standardized Questionnaire*, di cui è attualmente disponibile una versione italiana validata, prevede una sezione di raccolta della sintomatologia cervico-brachiale.

In *tabella 2* sono sintetizzate le principali evidenze scientifiche emerse da una revisione di letteratura relativa al dolore cervicale d'origine occupazionale (Palmer e Smedley, 2007). Complessivamente, sono emersi come principali fattori di rischio per l'insorgenza di dolo-

re cervicale i movimenti ripetitivi di spalle e la flessione cervicale con movimenti ripetitivi, e, seppur con un minor livello di evidenza, i movimenti ripetitivi di polsi e mani, la flessione cervicale senza movimenti ripetitivi, il sovraccarico statico della muscolatura della regione cervicale e delle spalle, il livello di forza applicata, un'alta richiesta lavorativa, scarsa possibilità di controllo del proprio lavoro e basso supporto sociale da parte dei colleghi.

3.1.2 Protrusioni ed ernie cervicali

Il disco intervertebrale cervicale è uno dei tessuti che va incontro ad invecchiamento più precocemente, ancora prima dei 20 anni di età. Studi hanno documentato, tramite risonanza magnetica nucleare condotta su volontari sani, che una progressiva degenerazione a livello della colonna cervicale si verifica in oltre l'81% dei soggetti seguiti in un periodo di 10 anni, con sviluppo dei sintomi nel 34% dei soggetti; secondo gli autori quindi, il processo di invecchiamento del tratto spinale cervicale si verifica, inevitabilmente, in chiunque. Inoltre questo studio ha mostrato che protrusioni discali posteriori erano presenti nel 70% dei soggetti (Okada e coll, 2009).

I metameri più colpiti sono quelli caudali a C4, con una localizzazione elettiva a livello di C5-C6 e C6-C7. La sintomatologia tipicamente presente in caso di ernia discale cervicale è la *cervicobrachialgia*: il dolore si irradia lungo l'arto superiore per effetto della compressione e dell'irritazione prodotta dall'ernia discale su una radice nervosa; a causa delle ampie anastomosi periferiche esistenti tra le radici cervicali, il dolore appare spesso mal localizzato. Un'altra manifestazione sintomatologica è la *mielopatia spondilosa*: sofferenza del midollo spinale per effetto della compressione prodotta dall'ernia discale a prevalente sviluppo centrale. I meccanismi sono vari: danno vascolare, blocco del flusso assonico ecc. I disturbi neurologici prevalenti sono a carico degli arti inferiori, con quadri di paraparesi spastica e iperreflessia.

Oltre alla genesi *spontanea* delle ernie/protrusioni discali cervicali, conseguente ai processi degenerativi dell'anello fibroso, un'altra causa meno frequente è quella *traumatica*, provocata soprattutto da incidenti della strada o sportivi: movimenti improvvisi di flessione, estensione e rotazione favoriscono lesioni disco-legamentose e l'improvvisa fuoriuscita del materiale discale nel canale spinale (Jomin e coll, 1986).

Diversamente dal dolore cervicale, da cui sono affette soprattutto le donne, in numerosi studi è emersa una grande predominanza di ernie e protrusioni discali cervicali nel genere maschile (Cloward, 1958; Scoville e coll, 1976; Lunsford e coll, 1980; Espersen e coll, 1984; Mosdal, 1984; Jomin e coll, 1985; Yamano, 1985; Lesoin e coll, 1987; Grisoli e coll, 1989); tale dato è stato confermato anche in uno studio degli anni '90 in cui è stata evidenziata su 100 casi di ernia discale cervicale una prevalenza di circa 67% negli uomini, con un'età media di 41.5 anni (Dubuisson e coll, 1993).

Per quanto riguarda l'*ambito lavorativo*, le prime segnalazioni risalgono agli anni '80, con la pubblicazione di un articolo condotto su 88 soggetti, con un *range* di età tra 20 e 64 anni e che presentavano *protrusione discale cervicale* identificata tramite *radiografia o mielografia* eseguite tra il 1979 e il 1981. In questo studio la maggior parte delle diagnosi di protrusione discale cervicale era avvenuta in soggetti con un'età compresa tra la quarta e la quinta decade (28.4% e 26.1% rispettivamente) ed i metameri maggiormente colpiti erano C5-C6 e C6-C7 (75% dei soggetti). Inoltre sembrava emergere un aumento del rischio per soggetti che svolgevano particolari *attività sportive* come *tuffi* (OR 2.3, 95% CI 0.7-7.8 con frequenza dei tuffi pari a 10-24 volte negli ultimi due anni, OR 6.4, 95% CI 1.2-33.7 se la frequenza è maggiore a 25 volte) o *golf* (OR 1.1, 95% CI 0.2-5.8 con frequenza pari a 10-24 volte negli ultimi 2 anni, OR 2.0, 95% CI 0.4-11.4 se la frequenza è maggiore a 25 volte), oppure in soggetti *fumatori* (OR 2.1, 95% CI 0.9-5.0; aumento del 30% del rischio ogni 10 sigarette in più fumate giornalmente nell'anno precedente l'insorgenza dei sintomi), soggetti con *tosse cronica* (OR 2.1, 95% CI 0.9-4.9) o *bronchiti croniche* (OR 3.3, 95% CI 1.1-10.0) o che svolgevano *lavori manuali pesanti*. Sembrava esserci una forte associazione tra l'insorgenza di protrusioni discali cervicali e il sollevamento di *pesi maggiori a circa 11 Kg* durante l'attività lavorativa attuale (OR 4.0, 95% CI 0.4-27.1), ma non durante attività lavorative precedenti. Un altro dato emerso da questo studio era il maggior numero di *ore passate alla guida* di un veicolo, come automobile o motocicletta, durante l'anno precedente, nei soggetti con protrusioni discali cervicali rispetto ai controlli ($p=0.42$ per guida di automobili; $p=0.06$ per guida di motociclette). Infine sembrava che soggetti che avevano utilizzato strumenti vibranti almeno 10 volte nella loro vita avessero più probabilità di sviluppare protrusioni discali cervicali (OR 2.0, 95% CI 0.8-4.9); inoltre il numero massimo di anni di utilizzo di strumenti vibranti nei soggetti con prolasso discale cervicale era mediamente maggiore rispetto ai soggetti che non avevano prolasso cervicale (6.9 anni e 4.3 anni rispettivamente, $p=0.05$). Le associazioni evidenziate non risultavano però statisticamente significative (Kesley e coll, 1984). Gli studi scientifici più recenti hanno riguardato soprattutto la categoria degli aviatori e degli autisti professionisti.

Nel 1994 è stato pubblicato un articolo che ha riportato tre *case report* relativi a ernie discali cervicali associate a manovre di volo militare da combattimento. Nessuno dei tre piloti oggetto dello studio riferiva pregressi traumi cervicali. La sintomatologia cervicale era insorta improvvisamente durante manovre di volo caratterizzate da accelerazione gravitazionale $> +6 G_z$ combinata con frequenti movimenti di torsione della testa e del collo per poter localizzare altri velivoli o missili; inoltre gli aviatori indossavano un elmetto, il cui peso, sommato a quello della maschera per l'ossigeno, era superiore ai 2 Kg. Esami strumentali (TC, mielografia o RM) eseguiti successivamente all'episodio acuto di dolore hanno mostrato la presenza di ernie discali cervicali a livelli di C3-C4, C5-C6 o C6-C7; un

intervento di decompressione chirurgica è stato necessario per uno dei soggetti (Hämäläinen e coll, 1994).

Nel 1996 è stato pubblicato un altro *case report* relativo ad un altro pilota di aerei da combattimento che ha sviluppato protrusioni discali, documentate tramite RM e mielo-TC, a livello di C5-C6. Il soggetto, di 43 anni di età, molto esperto, con un'esperienza pari a 4.500 ore di volo, non aveva mai avuto lesioni a carico di collo, spalle o arti superiori. Nel mese precedente l'insorgenza dei sintomi, aveva effettuato circa 6 ore di volo compiendo anche una missione di bombardamento che ha implicato elevata velocità ed una bassa frequenza di fuoco contro una serie di bersagli a terra. Il pilota aveva sempre indossato elmetto e maschera d'ossigeno, non aveva mai effettuato esercizi di riscaldamento muscolare cervicale pre-volo e non aveva mai avuto alcun tipo di disturbo durante qualsiasi fase delle missioni di volo. Dopo l'insorgenza dei sintomi, il pilota è stato sottoposto ad un esame radiografico che ha mostrato solo piccoli cambiamenti degenerativi a livello discale cervicale, per cui il trattamento è stato di tipo conservativo, tramite FANS e fisioterapia. Nei tre mesi successivi l'evento acuto, si è verificato un aggravamento della sintomatologia per l'insorgenza di persistente sensazione di spilli e aghi a livello del primo e secondo dito delle mani e di sensazione di debolezza della mano destra, per cui il pilota ha rinunciato volontariamente alle attività di volo. Solo grazie all'esecuzione di una RM pesata in T1 è stato possibile evidenziare una protrusione destra del disco intervertebrale a livello di C5-C6 con dislocamento dei legamenti longitudinali anteriore e posteriore. Una mielo-TC condotta un mese dopo ha confermato quanto emerso dalla RM e ha inoltre evidenziato un restringimento del canale spinale a livello di C5-C6 e C6-C7, con compressione della radice nervosa a livello di C6-C7. Dopo circa un mese di riposo assoluto il soggetto è risultato completamente asintomatico, ed è rimasto tale anche dopo l'inizio di attività sportive. Dopo 12 mesi dalla completa risoluzione dei sintomi il soggetto ha ripreso le missioni di volo e dopo 3 anni il soggetto era ancora asintomatico.

Anche se non è stato possibile identificare agenti chiaramente causali, sembra che l'esposizione regolare e routinaria del pilota ad accelerazione gravitazionale abbia contribuito all'insorgenza dei sintomi. Il soggetto dello studio ha avuto risoluzione dei sintomi con il semplice riposo, a conferma del fatto che, generalmente, le protrusioni discali cervicali non necessitano di trattamento chirurgico e rispondono bene ad un trattamento conservativo (Fans, riposo, fisioterapia). Inoltre, questo studio ha mostrato l'utilità della RM come strumento per studiare lesioni a livello del rachide cervicale; anche se lo strumento migliore sembra essere una combinazione di Rx, mielo-TC e RM (Newman e coll, 1996). Nello stesso anno è stato pubblicato uno studio americano condotto tra il 1987 e il 1992 su 132 piloti di aerei, civili o militari, affetti da ernia del nucleo polposo diagnosticata tramite evidenze chirurgiche e/o radiologiche associate alla sintomatologia; i soggetti erano stati selezionati tramite i documenti di bordo dell'Istituto di Medicina Aeronautica e in-

tegrati con l'*U.S. Army Aviation Epidemiology Data Register (Aedr)*. Da tale studio è emerso che il tasso di incidenza annuale di ernia discale è di circa 1 per 1.000 aviatori, con un aumento significativo di tale valore nell'arco dei 5 anni in cui si è svolto lo studio (da 0.49 nel 1987 al 2.60 nel 1992, $p < 0.001$); probabilmente ciò è da attribuire all'aumento dell'età media dei piloti durante il periodo di studio, ma anche alla maggiore disponibilità della RM come strumento diagnostico. La fascia d'età che sembra a maggior rischio per una nuova diagnosi di ernia discale è quella compresa tra i 55 e i 59 anni (tasso di incidenza annuale pari a 2.68).

Dei 132 piloti, il 25.8% aveva ernie localizzati al rachide cervicale, il 74.2% al rachide lombare e nessuno al rachide dorsale.

Anche se spesso le ernie discali erano accompagnate da dolore debilitante e deficit neurologici, gli autori hanno osservato una buona possibilità di ritorno alle missioni di volo dopo un trattamento conservativo o chirurgico (Mason e coll, 1996).

Recentemente è stato condotto uno studio di follow-up su 30 piloti di aerei militari che avessero maturato almeno 10 anni di esperienza di volo, utilizzando la RM allo scopo di evidenziare cambiamenti degenerativi a livello del rachide cervicale e lombare. I piloti sono stati suddivisi in tre gruppi: i piloti di aerei da combattimento sottoposti ad elevati livelli di accelerazione gravitazionale, gli elicotteristi e i piloti di aerei da trasporto. I parametri biometrici (peso, altezza, Bmi) erano simili nei tre gruppi, così come la non abitudine al fumo e lo svolgimento regolare di esercizio fisico; l'età media era maggiore nel gruppo dei piloti di aerei da trasporto rispetto agli elicotteristi e ai piloti da combattimento.

Da tale studio è emerso che alterazioni degenerative del rachide cervicale erano presenti nel 55.2% dei soggetti valutati, con localizzazione più frequente ai livelli cervicali bassi, ossia C5-C6 e C6-C7 (rispettivamente 48.1% e 37% dei dischi interessati) in tutti e tre i gruppi di piloti. Anche se i soggetti con degenerazione cervicale visibile alla risonanza magnetica erano più anziani rispetto ai soggetti senza evidenze di degenerazione (43 anni *vs* 38.5 anni rispettivamente), tale dato non è risultato statisticamente significativo ($p = 0.065$). La frequenza maggiore di degenerazione discale del rachide cervicale è presente nei piloti di aerei da trasporto (80%), categoria con l'età media più elevata, e minore nei piloti da combattimento (30%), la categoria di piloti più giovani dello studio. In generale è emersa un'associazione di degenerazione discale cervicale e lombare, ciò potrebbe rafforzare il ruolo giocato dai processi degenerativi legati all'invecchiamento. Un altro dato emerso è il più frequente riscontro strumentale di degenerazione discale (55.2% dei soggetti), rispetto alla sintomatologia lamentata (3.3% dei soggetti) (Landau e coll, 2006). Un'altra categoria di lavoratori, studiata relativamente all'insorgenza di ernie discali, è quella degli astronauti. Uno studio condotto su 321 astronauti, confrontati con una popolazione di controllo di 983 impiegati civili della Nasa, utilizzando come strumenti diagnostici la RM, la TC, la mielografia o l'esame obiettivo condotto da neurologi e/o neu-

rochirurgi, ha mostrato un tasso di incidenza di ernie discali a qualsiasi livello 4.3 volte maggiore negli astronauti rispetto ai controlli ($p < 0.001$, 95% CI 2.71-7.57). Una possibile spiegazione potrebbe essere il fatto che circa la metà degli astronauti hanno pilotato almeno una volta *jet*, mentre solo lo 0.3% dei controlli ha svolto tale attività. Non sono emerse associazioni statisticamente significative tra l'insorgenza di ernie discali e genere, età e Bmi.

Le *ernie discali* a livello del rachide cervicale nel gruppo degli astronauti erano pari a 40.9% di tutte le ernie riscontrate, mentre nel gruppo dei controlli era pari a 8.6%. Inoltre gli astronauti hanno più facilmente degenerazioni discali multiple a vari livelli della colonna che possono comparire simultaneamente o in tempi diversi (37.5% degli astronauti *vs* 2.9% dei controlli). Per quanto riguarda la regione cervicale, l'incidenza è risultata particolarmente elevata, con valori 21.4 volte maggiori rispetto alla popolazione di controllo.

Se si considerano i diversi livelli di accelerazione gravitazionale a cui sono sottoposti gli astronauti, non emergono differenze statisticamente significative.

Sembra che le missioni degli astronauti nello spazio aumentino il rischio di insorgenza di ernie discali a qualsiasi livello, con incidenze che vanno da 3.75% pre-missione a 8.30% post-missione. Il periodo immediatamente successivo ad un volo spaziale (12 mesi) sembra essere particolarmente a rischio (incidenza annuale 56.5/1.000 astronauti, 39.5 volte maggiore rispetto alla popolazione di controllo). Un dato curioso è l'aumento del rischio di ernie discali anche nel periodo precedente al volo spaziale, una possibile spiegazione è il programma di preparazione e allenamento a cui sono sottoposti gli astronauti che prevede voli su *jet* T-38 con esposizione ad accelerazione gravitazionale (Johnston e coll, 2010).

Uno studio longitudinale danese condotto su 89.146 *autisti professionisti* tra i 15 e i 59 anni d'età, selezionati tramite l'*Occupational Hospitalization Register* e seguiti per il *follow-up* grazie al *National Inpatient Register* nel periodo compreso tra 1981 e 1990, ha mostrato un tasso di ospedalizzazione significativamente elevato per prolasso del disco intervertebrale cervicale, come definito dalla *International Classification of Diseases* (tasso di ospedalizzazione=142, 95% CI 126.8-159.6). Un elevato rischio di insorgenza di prolasso del disco intervertebrale cervicale è emerso in tutte le tipologie di autisti professionisti: lavoratori indipendenti, lavoratori assunti a tempo indeterminato e lavoratori con contratto a tempo determinato. Sono state studiate le diverse categorie di autisti professionisti: in generale gli autisti che svolgono anche movimentazione di carichi pesanti (autotrasportatori, autisti che svolgono operazioni di salvataggio, trasportatori di birra e *soft drinks*, autisti che lavorano in compagnie navali e portuali, traslocatori, autisti con appalto di trasporto merci, netturbini) hanno un tasso di ospedalizzazione elevato, pari a 137 (95% CI 119-157), ma autisti professionisti che movimentano carichi poco pesanti (autisti di autobus

pubblici assunti a tempo indeterminato o a contratto, autisti di *taxi* pubblici o privati) hanno un tasso di ospedalizzazione ancora più elevato, pari a 184 (95% CI 137-246); nello specifico si è visto che la movimentazione di carichi > 20 Kg si associa ad un tasso di ospedalizzazione pari a 74 (95% CI 54-105). Inoltre si è visto che gli autisti delle industrie alimentari hanno un minor rischio (tasso di ospedalizzazione pari a 66, 95% CI 24.2-143.4) rispetto a tutte le altre categorie (per esempio tasso di ospedalizzazione in personale ferroviario pari a 225, 95% CI 103-427.8).

Fattori causali ipotizzati dallo studio sono stati: esposizione a vibrazioni trasmesse a corpo intero (una misurazione dell'esposizione a vibrazione trasmesse a corpo intero effettuata sugli autobus di Copenhagen nel 1980 aveva rilevato valori al di sopra del limite di comfort; Netterstrøm e coll, 1989), imprevisti della strada, frequente rotazione del collo, elevata probabilità di colpo di frusta, accelerazione e decelerazione. Questo studio non supporta l'ipotesi che il sollevamento di carichi pesanti possa essere un fattore di rischio (Jensen e coll, 1996).

■ 3.2. Rachide dorsale

3.2.1 Il dolore dorsale

Nonostante le caratteristiche del dolore lombare e cervicale nella popolazione di lavoratori siano sostanzialmente note, poco si sa riguardo all'epidemiologia del dolore spinale dorsale (*thoracic spine pain*, TSP), che si localizza nell'area superiore o media della parete posteriore del torace, all'altezza del tratto compreso tra le vertebre D1-D12. Questa scarsità di informazioni è dovuta alla metodologia con cui gli studi hanno valutato il dolore spinale: il più delle volte infatti si parla di «mal di schiena», definizione che comprende più di una regione spinale. Questo limita l'interpretazione dei vari fattori di rischio per lo sviluppo di dolore e disfunzione, poiché essi possono variare in base ai tratti spinali considerati e alle diverse richieste funzionali specifiche dei segmenti spinali.

A differenza dei tratti lombare e cervicale, il tratto toracico ha ricevuto minori attenzioni in termini di ricerche cliniche, genetiche ed epidemiologiche; ma il dolore della regione dorsale può essere ugualmente disabilitante e può comportare simili problematiche per l'individuo, l'impresa e la società. In particolare, un recente studio prospettico di 2 anni per determinare i possibili fattori che ostacolano il rientro al lavoro in buona salute successivo ad ospedalizzazione con conseguente assenteismo di almeno 1 giornata per «mal di schiena», ha individuato nel dolore toracico un fattore prognostico negativo indipendente per il ritorno al lavoro (OR 7, CI 95% 1.19-45.21) (Dionne e coll, 2007).

In *tabella 3* sono raccolti i possibili fattori di rischio, emersi da una recente revisione di letteratura, per l'insorgenza di TSP (Briggs e coll, 2009).

Da tale revisione, allo scopo di valutare i fattori di rischio per TSP nella popolazione adulta di lavoratori, è emerso che la prevalenza annuale di dolore dorsale nella popolazione generale di lavoratori varia dal 3 al 55%. Nello specifico, il gruppo degli operatori sanitari è quello che riporta la maggiore prevalenza lungo tutto l'arco della vita (77%), mentre le categorie degli artisti e dei lavoratori manuali hanno la maggiore prevalenza annuale (55% e 54.8% rispettivamente).

I *fattori di rischio individuali* che sembrano associati in modo significativo con TSP sono: livello di scolarità (OR 3.3, 95% CI 1.2-9.6), genere femminile (OR da 2.5, 95% CI 1.4-4.8 a 3.1, 95% CI 1.8-5.4), presenza attuale di altri sintomi muscolo-scheletrici (OR 8.4, 95% CI 2.8-25.5), fare esercizio fisico (OR 3.5, 95% CI 1.1-15.5) e presenza di sindrome premestruale (OR 1.9, 95% CI 1.3-2.9).

I *fattori di rischio occupazionali* principali associati a TSP sono: anzianità lavorativa (PRR da 1.6, 95% CI 1.1-2.2 a 1.9, 95% CI 1.3-2.5), elevato carico lavorativo fisico e mentale (OR da 2.1, 95% CI 1.1-4.1 a 3.5, 95% CI 1.9-6.5), elevata intensità del lavoro (OR 1.8, 95% CI 1.0-3.1), svolgere compiti noiosi (OR 2.0, 95% CI 1.2-3.4), percezione di problemi ergonomici e del rischio di possibili danni alla salute nella postazione lavorativa (OR da 1.4, 95% CI 1.2-1.8 a 4.2, 95% CI 2.3-7.7), salire le scale (OR 3.5, 95% CI 1.6-7.9), lavorare come operatore sanitario in fisioterapia ed effettuare manipolazioni (OR da 1.7, 95% CI 1.2-2.5 a 2.3, 95% CI 1.6-3.3), lavorare come operatore sanitario in medicina interna (OR 2.2, 95% CI 1.2-4.2), lavorare nel settore elettronico (PRR da 1.7, 95% CI 1.1-2.3 a 1.9, 95% CI 1.3-2.5), lavorare in catena di montaggio (OR da 2.1, 95% CI 1.2-3.5 a 2.2, 95% CI 1.2-4.0), utilizzare veicoli con guida specializzata come ad esempio macchine forestali (PRR 2.2, 95% CI 1.2-3.9), gatto delle nevi (PRR 2.9, 95% CI 1.6-5.2) o spazzaneve (PRR 2.7, 95% CI 1.4-1.9) ed elevato numero di ore di volo (OR da 3.6, 95% CI 1.1-11.8 a 6.1, 95% CI 1.6-23.1).

3.2.2 Protrusioni ed ernie dorsali

Anche se in misura minore rispetto al resto della colonna vertebrale, il rachide dorsale va incontro a processi degenerativi discali significativi e le manifestazioni comuni di patologia discale dorsale sono: radiculopatie, mal di schiena, spasticità, disfunzioni intestinali o vescicali (Adams e coll, 1982).

Le ernie discali dorsali sono molto rare rispetto alle ernie cervicali o lombari: la loro incidenza nella popolazione generale è stimata essere circa 0.25-1% di tutte le ernie discali (McNerney e coll, 2000). Studi di popolazione hanno suggerito che l'incidenza annuale di ernie discali dorsali è circa 1 per 1.000.000 di pazienti (Arce e coll, 1985; Brown e coll, 1992; Stillerman e coll, 1998). Studi autoptici però hanno mostrato un'incidenza più alta rispetto alle diagnosi fatte in vita, con valori tra 7 e 15% (O'Leary e coll, 1984; Ro-

senbloom, 1991). Il rapporto maschi/femmine è 1:1; la maggior parte delle ernie dorsali sono di tipo centrale o centro-laterale, con una minoranza di ernie laterali. Dal 30 al 70% delle ernie discali si presentano con calcificazioni, ma la causa di tale fenomeno è tuttora non nota.

L'età media di insorgenza delle ernie discali dorsali è tra la terza e la quinta decade, età che rispecchia quella delle ernie cervicali e lombari (Awwad e coll, 1991; Brown e coll, 1992; Stillerman e coll, 1998).

La maggior parte delle ernie discali dorsali si trovano al di sotto di D7, che corrisponde all'ultimo livello delle coste direttamente fuse con lo sterno; generalmente le ernie discali dorsali sono multiple e si ritrovano comunemente in pazienti che hanno anche ernie a livello cervicale o lombare (Arce e coll, 1985; Awwad e coll, 1991).

Anche se studi recenti hanno individuato negli eventi traumatici l'agente eziologico delle ernie discali dorsali, un'attenta revisione della letteratura suggerisce che in realtà l'evento traumatico si può associare a ernia discale dorsale solo nel 25% dei casi (McInerney e coll, 2000).

Da un punto di vista clinico, le ernie discali dorsali si possono presentare con tre quadri sintomatici: dolore toracolombare localizzato, dolore radicolare e mielopatia (Stillerman e coll, 1998). È da sottolineare che circa il 25% dei soggetti con discopatia dorsale non presenta alcun dolore. Altre sindromi meno comuni sono disfunzioni vescicali (soprattutto l'urgenza minzionale), disturbi sensitivi (parestesie, disestesie o completa perdita della sensibilità) e disturbi motori (soprattutto paraparesi). In generale, comunque, l'ernia discale dorsale è asintomatica e risponde bene a trattamenti conservativi.

Non sono stati pubblicati studi relativi ad un nesso causale tra protrusioni/ernie discali dorsali e attività lavorativa.

■ 3.3 Descrizione della casistica clinica della U.O. di Medicina del lavoro, Spedali Civili di Brescia

Complessivamente, sono stati raccolti 64 casi di ernie e/o protrusioni discali cervicali e/o dorsali, dei quali 89.1% (N=57) inviati dal medico di medicina generale, 9.4% (N=6) casi inviati dai datori di lavoro su indicazione del medico competente e 1 caso inviato dall'Inail.

In *tabella 4* sono descritte le tipologie di ernie/protrusioni diagnosticate; nel 79.7% (N=51) sono state evidenziate lesioni multiple associate in vari distretti delle colonna. Nella nostra casistica le sedi principali sono C5-C6 (66%) e C6-C7 (52%), in accordo con quanto osservato in letteratura.

In *tabella 5* sono descritte le caratteristiche socio demografiche e anamnestiche della casi-

stica. Nella maggior parte dei casi, l'età alla diagnosi è nella fascia di età tra 40-49 anni, coerente con i dati di letteratura. Tra i fattori di rischio individuali è interessante evidenziare che coloro che presentavano lesioni dorsali associate a lesioni lombari avevano un BMI ≥ 25 , cioè un'obesità.

Le attività extralavorative e sportive esponenti a movimentazione manuale carichi o movimenti ripetitivi degli arti superiori, sono risultate poco rappresentate ($N \leq 4$, ovvero 6%). I fattori di rischio lavorativi, emersi dalle anamnesi raccolte, sono stati raggruppati: in attività comportanti movimentazione manuale carichi, movimenti ripetitivi degli arti superiori, arti superiori al di sopra della linea delle spalle, guida professionale, posture incongrue del rachide (flessione e torsione del rachide ripetuta o mantenuta a lungo), uso di forza con gli arti superiori e uso di strumenti vibranti.

In *tabella 6* sono sintetizzati i risultati relativi ai fattori di rischio lavorativi di tipo ergonomico sopra descritti. Delle varie attività considerate, solo la movimentazione manuale di carichi è discretamente rappresentata, essendo presente nel 75% dei soggetti. Tuttavia, considerando separatamente i casi di lesioni non comprendenti anche una localizzazione a livello lombare, emerge che in realtà circa la metà dei soggetti non svolge alcuna movimentazione di carichi significativa, ma spesso effettua attività relativamente leggere con arti in elevazione anche se non al di sopra della linea delle spalle (cassiera, parrucchiera, operai in produzione, controllo qualità del prodotto).

Alla luce dei dati di letteratura raccolti, dei Dvr e delle caratteristiche cliniche dei singoli casi, non è stato possibile concludere per un eziopatogenesi professionale delle ernie/protrusioni cervicali in nessuno dei casi considerati.

Per quanto riguarda le ernie/protrusioni dorsali è stata riconosciuta una eziopatogenesi professionale in 5 casi in cui la sede della lesione era l'ultimo disco dorsale ed era associata a multiple lesioni lombari. In tutti questi casi l'età era inferiore a 50 anni e andava da un minimo di 38 ad un massimo di 48 anni.

In 4 casi il Bmi era superiore a 25, ma dall'anamnesi lavorativa, integrata dai dati del Dvr in 3 casi, era stato evidenziato un sovraccarico biomeccanico significativo in termini di entità e durata di esposizione (esposizione cumulativa da 6 a 24 anni). L'attività lavorativa svolta da questi 5 soggetti era così suddivisa: 2 manovali/muratori, 1 dei quali esposto anche a vibrazioni trasmesse a corpo intero, 1 operatore socio sanitario, 2 operaie manifatturiere che effettuavano varie tipologie di attività di movimentazione manuale carichi.

Dato che nel 78% dei soggetti ad ernie/protrusioni cervicali e dorsali erano associate altre patologie muscolo scheletriche a carico degli arti superiori e/o lombari, considerando tutta la casistica raccolta è stata riconosciuta una eziologia professionale nel 53% di coloro che avevano ernie/protrusioni lombari e nel 45% di quelli con patologia a carico degli arti superiori.

▼ 4. Discussione e conclusioni

Le ernie e protrusioni cervicali e dorsali sono comuni nella popolazione generale. Si tratta di malattie ad eziologia multifattoriale nelle quali sono coinvolti processi degenerativi tipici dell'invecchiamento.

La letteratura scientifica sembra evidenziare un possibile ruolo dell'attività lavorativa rispetto alla comparsa di algie, soprattutto a livello del tratto cervicale; tuttavia, non vi sono al momento evidenze a supporto di un nesso causale tra attività lavorativa ed ernie e protrusioni cervicali, se non alcune indicazioni relative alla categoria dei piloti d'aereo e degli autisti professionisti e, in alcuni casi, come diagnosi post-infortunio.

Pertanto, nell'ambito del riconoscimento del nesso causale tra attività lavorativa ed ernie/protrusioni cervicali, escludendo i danni post-infortunio lavorativo, è possibile formulare una diagnosi plausibile di malattia lavoro-correlata solo nei casi sopra descritti, tenendo conto del margine di incertezza soprattutto nel caso degli autisti professionisti. Non ci pare di poter sostenere l'eziologia lavorativa sulla base dei soli studi condotti relativi al dolore cervicale; tali studi possono invece essere utilizzati come utile riferimento per la programmazione di interventi preventivi e di sorveglianza sanitaria specifica, anche mediante l'uso di questionari standardizzati, per quelle categorie di lavoratori che emergono o sembrano considerate a rischio.

Per quanto riguarda le ernie/protrusioni dorsali, non è stato reperito alcuno studio a sostegno di una relazione con le attività lavorative. Gli studi a sostegno di una relazione tra dolore toracico e attività lavorativa non sono sufficienti per sostenere il nesso causale ma, analogamente alle considerazioni formulate per il tratto cervicale, i risultati di tali studi possono fornire un'utile indicazione per la programmazione di attività preventive con particolare riferimento alla messa a punto di questionari standardizzati utilizzabili nelle attività di sorveglianza sanitaria.

Nonostante non vi siano studi scientifici a riguardo, in base all'esperienza clinica maturata nell'ambito della Uomll e sulla base di considerazioni relative alla plausibilità di un interessamento degli ultimi metameri dorsali in quelle situazioni di sovraccarico biomeccanico sul rachide lombare, magari associato a condizioni di ipersuscettibilità individuale (ad esempio obesità o alterazioni delle curve fisiologiche) è possibile, valutando caso per caso, il riconoscimento di una eziologia lavorativa in quei casi in cui l'ernia discale dorsale è in sede D11-D12 o, meglio, D12-L1, associata a molteplici lesioni del tratto lombare che possano essere ricondotte ad una significativa esposizione a movimentazione manuale di carichi e/o esposizione a vibrazioni trasmesse a corpo intero.

È auspicabile che ricerche di epidemiologia occupazionale, ben disegnate e condotte secondo criteri di qualità, possano chiarire il ruolo di quelle attività lavorative associate ad algie cervico-dorsali (dentisti, fisioterapisti, igienisti dentali, lavori impiegatizi, etc.) nella

eziologia delle ernie e protrusioni cervicali e dorsali; uno studio caso-controllo potrebbe essere particolarmente utile, sulla scorta delle esperienze fatte da Seidler e coll. nel 2003 e nel 2009 nell'ambito della ricostruzione dell'associazione tra attività lavorativa ed ernie e protrusioni discali lombari. Particolarmente utile, ma di maggiore complessità, potrebbe essere l'elaborazione di una matrice di esposizione cumulativa sulla base delle evidenze relative alle algie cervico-dorsali che consentirebbe una ricostruzione indiretta del nesso causale con ernie e protrusioni discali cervicali e dorsali.

Tali ricerche scientifiche richiedono tempi e un impegno che tuttavia consentirà sul medio-lungo periodo, di fare maggiore chiarezza su questo tema, su cui pare comunque rilevante concentrare quantomeno gli sforzi dei Medici del Lavoro, anche in un'ottica di prevenzione.

Infatti, il contributo che il Medico del Lavoro, con particolare riferimento alle attività di sorveglianza sanitaria, può dare in termini preventivi può essere determinante non solo per una corretta diagnosi eziologica ma anche per una corretta caratterizzazione dei possibili fattori di rischio lavorativi, grazie al contributo originato dall'elaborazione di dati raccolti in modo standardizzato, con l'ausilio di idonei strumenti soggettivi e obiettivi, nell'ambito della sorveglianza sanitaria.

■ Bibliografia

- Adams M.A., Hutton W.C., *Prolapsed intervertebral disc. A hyperflexion injury 1981 Volvo Award in Basic Science, Spine*, 1982, 7 (3): 184-191.
- Akesson I., Johnsson B., Rylander L., et al., *Musculoskeletal disorders among female dental personnel-clinical examination and a 5-year follow-up study of symptoms, Int Arch Occup Environ Health*, 1999, 72 (6): 395-403.
- Andersen J.H., Gaardboe O., *Musculoskeletal disorders of the neck and upper limb among sewing machine operators: a clinical investigation, Am J Ind Med*, 1993, 24 (6): 689-700.
- Andersen J.H., Kaergaard A., Frost P., et al., *Physical, psychosocial and individual risk factors for neck/shoulder pain with pressure tenderness in the muscles among workers performing monotonous, repetitive work, Spine*, 2002, 27 (6): 660-667.
- Andersen J.H., Kaergaard A., Mikkelsen S., et al., *Risk factors in the onset of neck/shoulder pain in a prospective study of workers in industrial and service companies, Occup Environ Med*, 2003, 60 (9): 649-654.
- Anderson R., *The back pain of bus drivers. Prevalence in an urban area of California, Spine*, 1992, 17 (12): 1481-1488.
- Andersson H.I., Ejlertsson G., Leden I., Rosenberg C., *Chronic pain in a geographically defined general population: studies of difference in age, gender, social class, and pain localization, Clin J Pain*, 1993, 9: 174-182.

- Arce C.A., Dohrmann G.J., *Thoracic disc herniation. Improved diagnosis with computed tomographic scanning and a review of the literature*, *Surg Neurol*, 1985, 23 (4): 356-361.
- Ariens GAM, Borghouts JAJ, Koes BW, *Neck pain*, in Crombie IK (Ed), *The epidemiology of pain*, pp. 235-255, Seattle, Iasp Press, 1999.
- Awwad E.E., Martin D.S., Smith K.R. Jr, Baker B.K., *Asymptomatic versus symptomatic herniated thoracic discs: their frequency and characteristics as detected by computed tomography after myelography*, *Neurosurgery*, 1991, 28 (2): 180-186.
- Bernaards C.M., Ariëns G.A., Knol D.L., Hildebrandt V.H., *The effectiveness of a work style intervention and a lifestyle physical activity intervention on the recovery from neck and upper limb symptoms in computer workers*, *Pain*, 2007, 132 (1-2): 142-153.
- Bongers P.M., Ijmker S., van den Heuvel S., Blatter B.M., *Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II)*, *J Occup Rehabil*, 2006, 16 (3): 279-302.
- Bovenzi M., Zadini A., Franzinelli A., Borgogni F., *Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand-arm vibration*, *Ergonomics*, 1991, 34 (5): 547-562.
- Bovim G., Scharder H., Sand T., *Neck pain in the general population*, *Spine*, 1994, 19: 1307-1309.
- Brattberg G., Thorslund M., Wikman A., *The prevalence of pain in the general population: the results of a postal survey in a county of Sweden*, *Pain*, 1989, 37: 215-222.
- Briggs A.M., Bragge P., Smith A.J., Govil D., Straker L.M., *Prevalence and associated factors for thoracic spine pain in the adult working population: a literature review*, *J Occup Health*, 2009, 51 (3): 177-192.
- Brown C.W., Deffer P.A. Jr, Akmakjian J., et al., *The natural history of thoracic disc herniation*, *Spine*, 1992, 17 (6 Suppl): S97-102.
- Cassou B., Derriennic F., Monfort C., et al. *Chronic neck and shoulder pain, age, and working condition: longitudinal results from a large random sample in France*, *Occup Environ Med*, 2002, 59: 537-544.
- Chee H.L., Rampal K.G., *Work-related musculoskeletal problems among women workers in the semiconductor industry in Peninsular Malaysia*, *Int J Occup Environ Health*, 2004, 10 (1): 63-71.
- Cloward R.B., *The anterior approach for removal of ruptured cervical disks*, *J Neurosurg*, 1958, 15: 602-617.
- Côté P., Cassidy J.D., Carroll L., *The factors associated with neck pain and its related disability in the Saskatchewan population*, *Spine*, 2000, 25: 1109-1117.
- Côté P., van der Velde G., Cassidy J.D., et al., *The burden and determinants of neck pain in workers: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck*

- Pain and Its Associated Disorders, J Manipulative Physiol Ther*, 2009, 32 (2 suppl): S70-86.
- Cromie J.E., Robertson V.J., Best M.O., *Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: prevalence, severity, risks, and responses, Phys Ther*, 2000, 80 (4): 336-351.
- Dionne C.E., Bourbonnais R., Frémont P., *et al.*, *Determinants of «return to work in good health» among workers with back pain who consult in primary care settings: a 2-year prospective study, Eur Spine J*, 2007, 16 (5): 641-655.
- Dubuisson A., Lenelle J., Stevenaert A., *Soft cervical disc herniation: a retrospective study of 100 cases, Acta Neurochir*, 1993, 125 (1-4): 115-119.
- Ekberg K., Björkqvist B., Malm P., *et al.*, *Case-control study of risk factors for disease in the neck and shoulder area, Occup Environ Med*, 1994, 51 (4): 262-266.
- Espersen J.O., Buhl M., Eriksen E.F., *et al.*, *Treatment of cervical disc disease using Cloward's technique, I. General results, effect of different operative methods and complications in 1.106 patients, Acta Neurochir*, 1984, 70 (1-2): 97-114.
- Grisoli F., Graziani N., Fabrizi A.P., *et al.*, *Anterior discectomy without fusion for treatment of cervical lateral soft disc extrusion: a follow-up of 120 cases, Neurosurgery*, 1989, 24 (6): 853-859.
- Hämäläinen O., Visuri T., Kuronen P., Vanharanta H., *Cervical disk bulges in fighter pilots, Aviat Space Environ Med*, 1994, 65 (2): 144-146.
- Hämäläinen O., *Thoracolumbar pain among fighter pilots, Mil Med*, 1999, 164 (8): 595-596.
- Hansson G.A., Balogh I., Ohlsson K., *et al.*, *Impact of physical exposure on neck and upper limb disorders in female workers, Appl Ergon*, 2000, 31 (3): 301-310.
- Harlow S.D., Becerril L.A., Scholten J.N., *et al.*, *The prevalence of musculoskeletal complaints among women in Tijuana, Mexico: sociodemographic and occupational risk factors, Int J Occup Environ Health*, 1999, 5 (4): 267-275.
- Hinnen U., Läubli T., Guggenbühl U., Krueger H., *Design of check-out systems including laser scanners for sitting work posture, Scand J Work Environ Health*, 1992, 18 (3): 186-194.
- Jensen M.V., Tüchsen F., Orhede E., *Prolapsed cervical intervertebral disc in male professional drivers in Denmark, 1981-1990. A longitudinal study of hospitalizations, Spine*, 1996, 21 (20): 2352-2355.
- Johnston S.L., Campbell M.R., Scheuring R., Feiveson A.H., *Risk of herniated nucleus pulposus among U.S. astronauts, Aviat Space Environ Med*, 2010, 81 (6): 566-574.
- Jomin M., Lesoin F., Lozes G., Clarisse J., *Les hernies discales cervicales. Deux cent trente observations, Sem Hôp Paris* May, 9, 1985.
- Jomin M., Lesoin F., Lozes G., *et al.*, *Herniated cervical discs. Analysis of a series of 230 cases, Acta Neurochir*, 1986, 79 (2-4): 107-113.
- Kaergaard A., Andersen J.H., *Musculoskeletal disorders of the neck and shoulders in female*

- sewing machine operators: prevalence, incidence, and prognosis, Occup Environ Med, 2000, 57 (8): 528-534.*
- Kamwendo K., Linton S., Mororits U., *Neck and shoulder disorders in medical secretaries, Scand J Rehabil Med, 1991, 23: 127-133.*
- Kelsey J.L., Githens P.B., Walter S.D., *et al., An epidemiological study of acute prolapsed cervical intervertebral disc, J Bone Joint Surg Am, 1984, 66 (6): 907-914.*
- Krause N., Scherzer T., Rugulies R., *Physical workload, work intensification, and prevalence of pain in low wage workers: results from a participatory research project with hotel room cleaners in Las Vegas, Am J Ind Med, 2005, 48 (5): 326-237.*
- Kuorinka I., Koskinen P., *Occupational rheumatic diseases and upper limb strain in manual jobs in a light mechanical industry, Scand J Work Environ Health, 1979, 5 (suppl 3): 39-47.*
- Landau D.A., Chapnick L., Yoffe N., *et al, Cervical and lumbar MRI findings in aviators as a function of aircraft type, Aviat Space Environ Med, 2006, 77 (11): 1158-1161.*
- Leboeuf-Yde C., Nielsen J., Kyvik K.O., *et al., Pain in the lumbar, thoracic or cervical regions: do age and gender matter? A population-based study of 34,902 Danish twins 20-71 years of age, BMC Musculoskelet Disord, 2009, 10: 39.*
- Lesoin F., Jomin M., Villette L., *et al., Hernie discale cervicale foraminale. Traitement par discoforaminotomie, Neurochirurgie, 1987; 33: 74-78.*
- Linton S.J., Hellsing A.L., Hallde K., *A population-based study of spinal pain among 35-45-year old individuals, Spine, 1998; 23: 1457-63.*
- Lunsford L.D., Bissonette D.J., Jannetta P.J., *et al., Anterior surgery for cervical disc disease. Part 1: Treatment of lateral cervical disc herniation in 253 cases, J Neurosurg, 1980, 53 (1): 1-11.*
- Luopajarvi T., Kuorinka I., Virolainen M., Holmberg M., *Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work, Scand J Work Environ Health, 1979, 5 (suppl 3): 48-55.*
- Mäkelä M., Heliövaara M., Sievers K., *et al., Prevalence, determinants and consequences of chronic neck pain in Finland, Am J Epidemiol, 1991, 134: 1356-1367.*
- Mason K.T., Harper J.P., Shannon S.G., *Herniated nucleus pulposus: rates and outcomes among U.S. Army aviators, Aviat Space Environ Med, 1996, 67 (4): 338-340.*
- McInerney J., Ball P.A., *The pathophysiology of thoracic disc disease, Neurosurg Focus, 2000, 9 (4): e1.*
- Morken T., Magerøy N., Moen B.E., *Physical activity is associated with a low prevalence of musculoskeletal disorders in the Royal Norwegian Navy: a cross sectional study, BMC Musculoskelet Disord, 2007, 8: 56.*
- Mosdal C., *Cervical osteochondrosis and disc herniation. Eighteen years' use of interbody fusion by Cloward's technique in 755 cases, Acta Neurochir, 1984, 70 (3-4): 207-225.*

- Netterstrøm B., Juel K., *Low back trouble among urban bus drivers in Denmark, Scand J Soc Med*, 1989, 17 (2): 203-206.
- Newman D.G., *Cervical intervertebral disc protrusion in an RAAF F-111C pilot: a case report, Aviat Space Environ Med*, 1996, 67 (4): 351-353.
- Nordander C., Ohlsson K., Balogh I., *et al.*, *Fish processing work: the impact of two sex dependent exposure profiles on musculoskeletal health, Occup Environ Med*, 1999, 56 (4): 256-264.
- Ohlsson K., Hansson G.A., Balogh I., *et al.*, *Disorders of the neck and upper limbs in women in the fish processing industry, Occup Environ Med*, 1994, 51 (12): 826-832.
- Ohlsson K., Attewell R.G., Pålsson B., *et al.*, *Repetitive industrial work and neck and upper limb disorders in females, Am J Ind Med*, 1995, 27 (5): 731-747.
- Okada E., Matsumoto M., Ichihara D., *et al.*, *Aging of the cervical spine in healthy volunteers: a 10-year longitudinal magnetic resonance imaging study, Spine*, 2009, 34 (7): 706-712.
- O'Leary P.F., Camins M.B., Polifroni N.V., Floman Y., *Thoracic disc disease. Clinical manifestations and surgical treatment, Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst*, 1984, 44 (1): 27-40.
- Palmer K.T., Smedley J., *Work-relatedness of chronic neck pain with physical findings-a systematic review, Scand J Work Environ Health*, 2007, 33 (3): 165-191.
- Picavet H.S.J., Schouten JSAG, *Musculoskeletal pain in the Netherlands: prevalence, consequences and risk groups, the DMC₃-study, Pain*, 2003, 102: 167-178.
- Reesink D.D., Jorritsma W., Reneman M.F. *Basis for a functional capacity evaluation methodology for patients with work-related neck disorders, J Occup Rehabil*, 2007, 17 (3): 436-49.
- Rehn B., Bergdhal I.A., Ahlgren C. *et al.*, *Musculoskeletal symptoms among drivers of all-terrain vehicles, J Sound Vibration*, 2002, 253: 21-29.
- Reneman M.F., Soer R., Gerrits E.H., *Basis for an FCE methodology for patients with work-related upper limb disorders, J Occup Rehabil*, 2005, 15 (3): 353-363.
- Rosenbloom S.A., *Thoracic disc disease and stenosis. Radiol Clin North Am*, 1991; 29 (4): 765-775.
- Sakakibara H., Miyao M., Kondo T., Yamada S., *Overhead work and shoulder-neck pain in orchard farmers harvesting pears and apples, Ergonomics*, 1995, 38 (4): 700-706.
- Schibye B., Skov T., Enker D., *et al.*, *Musculoskeletal symptoms among sewing machine operators. Scand J Work Environ Health*, 1995, 21: 427-434.
- Scoville W.B., Dohrmann G.J., Corkill G., *Late results of cervical disc surgery, J Neurosurg*, 1976, 45 (2): 203-210.
- Seidler A., Bolm-Audorff U., Siol T. *et al.*, *Occupational risk factors for symptomatic lumbar disc herniation; a case-control study, Occup Environ Med*, 2003, 60: 821-830.
- Seidler A., Bergmann A., Jäger M., *et al.*, *Cumulative occupational lumbar load and lumbar disc disease-results of a German multi-center case-control study (EPILIFT), BMC Musculoskelet Disord*, 2009, 10: 48.

- Silverstein B.A., *The prevalence of upper extremity cumulative trauma disorders in industry*, Ann Arbor: University of Michigan, 1985.
- Smith D.R., Wei N., Zhao L., Wang R.S., *Musculoskeletal complaints and psychosocial risk factors among Chinese hospital nurses*, *Occup Med*, 2004, 54: 579-582.
- Smith D.R., Legatta P., Clark M., *Upper body musculoskeletal disorders among Australian occupational therapy students*, *Brit J Occup Ther*, 2006, 69: 365-372.
- Smith D.R., Mihashi M., Adachi Y., *et al.*, *A detailed analysis of musculoskeletal disorder risk factors among Japanese nurses*, *J Safety Res*, 2006, 37 (2): 195-200.
- Smith D.R., Wei N., Zhang Y.J., Wang R.S., *Musculoskeletal complaints and psychosocial risk factors among physicians in mainland China*, *Int J Ind Ergon*, 2006, 36: 599-603.
- Smith D.R., Leggat P.A., *Prevalence and distribution of musculoskeletal pain among Australian medical students*, *J Musculoskeletal Pain*, 2007, 15: 39-46.
- Stillerman C.B., Chen T.C., Couldwell W.T., *et al.*, *Experience in the surgical management of 82 symptomatic herniated thoracic discs and review of the literature*, *J Neurosurg*, 1998, 88 (4): 623-633.
- Toomingas A., Hagberg M., Jorulf L., *et al.*, *Outcome of the abduction external rotation test among manual and office workers*, *Am J Ind Med*, 1991, 19 (2): 215-227.
- Tornqvist E.W., Kilbom A., Vingård E., *et al.*, Music-Norråljä Study Group, *The influence on seeking care because of neck and shoulder disorders from work-related exposures*, *Epidemiology*, 2001, 12 (5): 537-545.
- Urwin M., Symmons D., Alison T., *et al.*, *Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites and the relation to social deprivation*, *Ann Rheum Dis*, 1998, 57: 649-655.
- Veiersted K.B., Westgaard R.H., *Subjectively assessed occupational and individual parameters as risk-factors for trapezius myalgia*, *Int J Ergon*, 1994, 13 (3): 235-245.
- Viikari-Juntura E., *Neck and upper limb disorders among slaughterhouse workers. An epidemiologic and clinical study*, *Scand J Work Environ Health*, 1983, 9 (3): 283-290.
- Yamano Y., *Soft disc herniation of the cervical spine*, *Int Orthop*, 1985, 9 (1): 19-27.
- Yeung S.S., Genaidy A., Deddens J., *et al.*, *Prevalence of musculoskeletal symptoms in single and multiple body regions and effects of perceived risk of injury among manual handling workers*, *Spine*, 2002, 27 (19): 2166-2172.
- Yeung S.S., Genaidy A., Levin L., *Prevalence of musculoskeletal symptoms among Hong Kong nurses*, *Occup Ergon*, 2004, 4: 199-208.

Indirizzi in internet utili per approfondimenti

<http://apps.who.int/classification/apps/icd/icd10online>

TABELLA 1. SINTESI DEGLI STUDI RELATIVI ALL'ASSOCIAZIONE TRA ATTIVITÀ LAVORATIVA E INSORGENZA DI DOLORE CERVICALE

Autori	Tipo di studio	Popolazione in studio	Parametro clinico	Risultati
Akesson <i>et al.</i> 1997	Follow-up/ trasversale	Personale dentistico vs infermieri	Tensione cervicale	OR: 3.2 (95% CI 0.8-1.8)
Andersen & Gaardboe 1993	Trasversale	Operai addetti a macchine per cucire vs infermieri ausiliari	Sindrome cervico-brachiale	OR: 36.7% (95% CI 7.1-189.1) per anzianità lavorativa >15aa
Andersen <i>et al.</i> 2002	Trasversale	19 tipologie di luoghi di lavoro: trasformazione alimentare, industrie tessili, servizi e manifattura	Dolore cervico-brachiale con contrattura	Elevate richieste psicosociali, PR: 1.8 Ridotto controllo, PR: 1.3 Basso supporto sociale, PR: 1.4 ♀, PR: 1.8, Soglia di dolore, PR: 1.6 Infortuni a livello cervicale/spalle, PR: 2.6
Andersen <i>et al.</i> 2003	Prospettico	19 tipologie di occupazioni: trasformazione alimentare, industrie tessili, servizi e manifattura	Dolore cervico-brachiale con contrattura Dolore cervico-brachiale con contrattura	Incidenza annuale: 14%, Incidenza annuale: 1.7%. Prevalenza: 6.2-6.3%. Elevate richieste lavorative, OR: 2 ♀, OR: 1.8 Elevati livelli di angoscia, OR: 2.8
Anderson 1992	Trasversale	Autisti di autobus vs non autisti (impiegati, custodi e meccanici)	Cervicalgia	OR: 1.8 (95% CI 0.5-7.8)
Bovenzi <i>et al.</i> 1991	Trasversale	Guardie forestali vs colletti blu (meccanici, elettricisti, pittori)	Sindrome cervicale Tensione cervicale	Gruppo con maggior esposizione giornaliera a vibrazioni, OR: 11 Gruppo con maggior esposizione giornaliera a vibrazioni, OR: 4
Cassou <i>et al.</i> 2002	Prospettico	Lavoratori di varie industrie	Dolore cronico in regione cervico-brachiale e ai movimenti passivi	Incidenza quinquennale in ♂: 7.3%; in ♀: 12.5%. Esito leggermente più comune (PR<1.4) in esposti (a lavori ripetitivi e con vincoli di tempo, lavori scomodi e basso controllo) vs non esposti. Piccola associazione tra guarigione e lavoro scomodo, lavoro preciso o basso controllo. Guarigione significativamente meno comune in ♀ con lavoro ripetitivo da più di 5 anni (OR 0.5, 95% CI 0.3-0.7) e tra ♂ e ♀ con elevate richieste (OR 0.7) e depressione all'inizio dello studio (OR 1.3-1.5)
Ekberg <i>et al.</i> 1994	Caso-controllo	Sintomatici vs popolazione di controllo scelta da un registro di assicurazione	MSD in regione cervico-brachiale e assenza correlata < 4 sett	♀, OR: 11.4, Abitudine al fumo, OR: 3.7 Movimenti altamente ripetitivi e precisi, OR: 7.5 Sollevamento pesi medi-elevati, OR: 13.6 Elevata ambiguità del ruolo di lavoro, OR: 16.5 Postura seduta scomoda, elevati ritmi di lavoro, elevata richiesta di attenzione, basso livello dei contenuti di lavoro, OR: 2.6-3.8
Hansson <i>et al.</i> 2000	Trasversale	Lavoratori in industria di laminati vs lavoratori in altre industrie e impiegati d'ufficio	Tensione cervicale Disordini cervicali (tensione cervicale con cervicalgia)	Esito significativamente più comune tra operai di industria di laminati vs impiegati d'ufficio (OR 2.9, 95% CI 1.0-9.4), leggermente più comune vs altri settori d'industria (OR 1.4) Carico muscolare medio/elevato, OR: 1.9/1.5 Movimenti del polso medi/elevati, OR: 5.4/3.1
Hinnen <i>et al.</i> 1992	Trasversale	Cassieri che usano scanner al laser vs cassieri convenzionali	Dolore cervicale Rigidità cervicale all'esame obiettivo	Nessuna associazione significativa con l'uso di scanner al laser o rotazione lavorativa e insorgenza degli esiti
Kaergard e Andersen 2000	Prospettico	Operai addetti alle macchine per cucire vs altre lavoratrici che svolgono compiti non ripetitivi	Sindrome del dolore mio fasciale (dolore in regione cervicale/spalle con dolenzia palpatoria moderata-pronunciata)	Prevalenza in addette alle macchine per cucire: 15.2% (PR 1.7, 95% CI 1.1-2.6) Operai impiegate da >10 aa vs <2 aa, PR aumentato di 2.4 vv; vs >20 aa, PR aumentato di 4.4 vv. Elevati livelli di stress personale, PR: 2.5. Abitudine al fumo, PR: 1.6 Basso supporto sociale, PR: 1.7
Kuorinka e Koskinen 1979	Trasversale	Operai che svolgono operazioni di taglio vs altre tipologie di attività manifatturiere e commesse	Tensione cervicale	OR 2.6-4.1

TABELLA 1. SEGUE

Autori	Tipo di studio	Popolazione in studio	Parametro clinico	Risultati
Luopajarvi et al. 1979	Trasversale	Operai addette a imballaggio vs commesse	Tensione cervicale	OR 1.6 (95% CI 0.9-2.7)
Nordander et al. 1999	Trasversale	Operai in industria di lavorazione del pesce vs altri operai (custodi, guardiani di parchi, giardinieri, manutentori)	Tensione cervicale	Prevalenza maggiore in addetti alla trasformazione del pesce nelle ♀ (5% vs 0%)
			Sindrome cervicale	OR 2.6 per ♂ e 3.0 per ♀
Ohlsson et al. 1994	Trasversale	Operai dell'industria di trasformazione del pesce vs donne addette alla cura di anziani e bambini e impiegate d'ufficio	Tensione cervicale	OR 4.7 (95% CI 1.9-12.8)
			Sindrome cervicale	Diagnosticata più spesso in addette alla lavorazione del pesce (5% vs 0%)
			Cervico-brachialgia	Elevati sforzi lavorativi, OR 6.6 Elevata tensione muscolare, OR 4.0 Elevati livelli di stress o preoccupazione, OR 3.2
Ohlsson et al. 1995	Trasversale	Operai di industrie che svolgono lavori ripetitivi vs operai che svolgono lavori variegati	Tensione cervicale	5 volte più comune in operaie di industria
			Sindrome dello stretto toracico	Diagnosticata nel 4% delle operaie di industrie vs 0% controlli
			Cervico-brachialgia	Addette all'assemblaggio, OR 6.7 Addette alla lucidatura, OR 4.4 Addette ad altre tipologie di lavoro OR 2.3 Primi 10 aa di impiego, OR 9.6 Impiegate da > 20 aa, OR 3.8 Flessione cervicale, p = 0.005
Silverstein 1985	Trasversale	Lavoratori provenienti da varie industrie (assemblaggio elettronico, produzione di apparecchi a motore, microfusione, abbigliamento, fonderia)	Tensione cervicale	Lavori con alti livelli di forza e bassa ripetitività, OR 1.7-1.9 Esito meno comune nel gruppo con elevati livelli di forza e elevata ripetitività
Toomingas et al. 1991	Trasversale	Placcatori e assemblatori di veicoli vs colletti bianchi	Tensione cervicale	OR 4.5 (95% CI 0.6-194.1)
Tornqvist et al. 2001	Trasversale	Care givers che hanno richiesto assistenza per dolori a livello di regione cervicale o spalle vs soggetti presi da un registro di popolazione	Tensione cervicale	Out come nel 53% delle ♀ «casi» Ripetitività, OR 2.2 (95% CI 1.5-3.2) Lavorare con mani al di sopra delle spalle, OR 1.6 (95% CI 1.0-2.7) Lavorare con VDT, OR 1.9 (95% CI 1.0-3.4) Sforzi lavorativi, OR 1.6 (95% CI 1.1-2.5) Scarso supporto sul lavoro, OR 1.4 (95% CI 1.0-2.0)
Veiersted e Westgaard 1994	Prospettico	Operai in un impianto di produzione del cioccolato	Mialgia del trapezio	HR 11 in soggetti che percepivano la propria posizione di collo e spalle faticosa già all'inizio dello studio
Viikari-Juntura 1983	Trasversale	Macellaie vs produttori di forbici, commesse e operai di altre industrie	Tensione cervicale	5 vv meno comune tra macellaie che operai di industria. 10 vv meno comune che produttori di forbici

OR: Odds Ratio, CI: intervallo di confidenza; PR: Prevalence Ratio; HR: Hazard Ratio; aa: anni; vs: versus, vv: volte; ♀: genere femminile; ♂: genere maschile, VDT: videoterminale.1).

Fonte: Palmer e coll. 2007, modificata.

TABELLA 2. SINTESI DELLE EVIDENZE SCIENTIFICHE EMERSE DALLA REVISIONE DI LETTERATURA, RELATIVE ALL'ASSOCIAZIONE TRA FATTORI DI RISCHIO E INSORGENZA DI DOLORE A LIVELLO CERVICALE

	Fattori di rischio	Livelli di evidenza
Fisici	Movimenti ripetitivi di spalle	++
	Movimenti ripetitivi di polsi-mani	+
	Flessione cervicale con movimenti ripetitivi	++
	Flessione cervicale senza movimenti ripetitivi	+
	Sovraccarico statico della muscolatura della regione cervicale e delle spalle	+
	Forza	+
	Precisione	0
	Pause	0
	Sollevamento e movimentazione di carichi	0
	Carichi di lavoro fisici elevati	0
	Vibrazioni	0
Psicosociali	Elevata domanda lavorativa	+
	Basso controllo sul lavoro	+
	Stress lavorativo	+
	Basso supporto sociale lavorativo	+
	Altri fattori psicosociali	0
Altri	Genere femminile	*
	Stress mentale	*

0: assenza di evidenza; +: evidenza limitata; ++: evidenza moderata; *: fattori di rischio significativi.

Fonte: Palmer e coll, 2007

TABELLA 3. FATTORI DI RISCHIO ASSOCIATI AL DOLORE SPINALE DORSALE (THORACIC SPINE PAIN, TSP) IN VARI GRUPPI OCCUPAZIONALI

Categorie di fattori di rischio	Odds Ratio (95% CI)	Studio
<i>Fattori individuali</i>		
Presenza attuale di sintomi muscolo scheletrici vs nessun sintomo	8.4 (2.8-25.5)	Yeung e coll, 2004
Sindrome premestruale vs nessun disturbo	1.9 (1.3-2.9)	Smith e Mihashi, 2006
Genere femminile vs maschile	2.5 (1.4-4.8)	Smith e coll, 2007
Esercizio fisico vs non regolare esercizio	3.5 (1.1-15.5)	
Genere femminile vs maschile	3.1 (1.8-5.4)	Morken e coll, 2007
<i>Fattori occupazionali di tipo generale</i>		
Carico lavorativo: massimo quartile vs 1° quartile	3.5 (1.9-6.5)	Krause e coll, 2005
Intensificazione del lavoro: 3° quartile vs 1° quartile	1.8 (1.0-3.1)	
Problemi ergonomici: 2° quartile vs 1° quartile	2.6 (1.5-4.4)	
Problemi ergonomici: 3° quartile vs 1° quartile	2.0 (1.2-3.5)	
Problemi ergonomici: massimo quartile vs 1° quartile	4.2 (2.3-7.7)	
Fisioterapista privato vs nessun impiego privato	1.7 (1.2-2.5)	Cromie e coll, 2000
Lavori noiosi vs non noiosi	2.0 (1.2-3.4)	Smith e Wei, 2004
Scolarità: 4° anno vs 1° o 2° (studenti delle professioni sanitarie)	3.3 (1.2-9.6)	Smith e Leggatta, 2006

Fonte: Briggs e coll, 2009, modificata

TABELLA 3. FATTORI DI RISCHIO ASSOCIATI AL DOLORE SPINALE DORSALE (THORACIC SPINE PAIN, TSP) IN VARI GRUPPI OCCUPAZIONALI (SEGUE)

Categorie di fattori di rischio	Odds Ratio (95% CI)	Studio
Lavorare in reparto di medicina interna vs non	2.2 (1.2-4.2)	Smith e Wei, 2006
Lavorare in Maquila [§] di tipo elettronico vs non lavorare	1.7 (1.1-2.3)*	Harlow e coll, 1999
Lavorare in Maquila [§] di tipo non elettronico vs non lavorare	1.9 (1.3-2.5)*	
Non lavorare in Maquila [§] vs non lavorare affatto	1.6 (1.1-2.5)*	
Attualmente lavoratore vs non lavoratore	1.8 (1.3-2.3)*	
Aver lavorato per 1-2 anni vs mai lavorato	1.6 (1.1-2.2)*	
Aver lavorato più di 2 anni vs mai lavorato	1.9 (1.3-2.5)*	
Aver lavorato 2-5 anni vs > 20 anni	1.8 (1.0-3.1)	Chee e coll, 2004
Lavorare a metà di una catena di montaggio vs produzione di wafer	2.2 (1.2-4.0)	
Lavorare alla fine di una catena di montaggio vs produzione wafer	2.1 (1.2-3.5)	
Guidare macchine forestali vs veicoli comuni	2.2 (1.2-3.9)*	Rehn e coll, 2002
Guidare gatto delle nevi vs veicoli comuni	2.9 (1.6-5.2)*	
Guidare spazzaneve vs veicolo comune	2.7 (1.4-1.9)*	
Ore di volo totali 500-999 vs 0	3.6 (1.1-11.8)	Hamalainen, 1999
Ore di volo totali > 1000 vs 0	6.1 (1.6-23.1)	
Fattori occupazionali di tipo fisico		
Compiti di manipolazione/mobilizzazione per fisioterapia vs non	2.3 (1.6-3.3)	Cromie e coll, 2000
Altri compiti di manipolazione per fisioterapia vs non	1.9 (1.3-2.7)	
Salire le scale per >4h vs <4h	3.5 (1.6-7.9)	Chee e coll, 2004
Stress fisico elevato in marina	2.1 (1.1-4.1)	Morken e coll, 2007
Stress fisico molto elevato in marina	2.9 (1.4-6.1)	
Fattori occupazionali di tipo psicosociale		
Percezione del rischio di lesioni durante il sollevamento	1.4 (1.2-1.8)	Yeung e coll, 2002
Elevato stress mentale vs non (in medici)	2.3 (1.1-4.8)	Smith e Wei, 2006

*: tasso di prevalenza anziché OR.

[§] Maquila: fabbriche diffuse in America Latina che lavorano con contratti di subappalto, con manodopera a buon mercato rappresentata soprattutto da donne e con condizioni di lavoro e di protezione di salute inesistenti, bassi salari, precarietà ed abusi.

TABELLA 4. TIPOLOGIE DI ERNIE/PROTRUSIONI DISCALI DIAGNOSTICATE NELLA CASISTICA AFFERITA ALL'UNITÀ OPERATIVA DI MEDICINA DEL LAVORO, SPEDALI CIVILI DI BRESCIA, GENNAIO 2006-LUGLIO 2010.

Sede ernia/protrusione	N. (%)
Solo rachide cervicale	13 (20.3%)
Solo rachide dorsale	0
Rachide cervicale + dorsale	2 (3.1%)
Rachide cervicale + lombare	28 (43.8%)
Rachide dorsale + lombare	8 (12.5%)
Rachide cervicale + dorsale + lombare	13 (20.3%)
Totale	64 (100%)

TABELLA 5. CARATTERISTICHE SOCIO DEMOGRAFICHE E ANAMNESTICHE DELLA CASISTICA AFFERITA ALL'UNITÀ OPERATIVA DI MEDICINA DEL LAVORO, SPEDALI CIVILI DI BRESCIA, GENNAIO 2006-LUGLIO 2010.

	Variabile	Totale	Ernie/protrusioni discali				
			C	C+D	C+L	D+L	C+D+L
<i>Genere</i>	Maschi	29 (45.3%)	2	1	15	3	8
	Femmine	35 (54.7%)	11	1	13	5	5
<i>Etnia</i>	Italiani	54 (84.4%)	11	2	24	6	11
	Stranieri	10 (15.6%)	2	0	4	2	2
<i>Età alla diagnosi</i>	≤ 39 anni	20 (31.3%)	4	1	7	3	5
	40-49 anni	32 (50%)	8	1	13	5	5
	50-59 anni	11 (17.1%)	0	0	8	0	3
	≥ 60 anni	1 (1.6%)	1	0	0	0	0
<i>Indice di massa corporea (BMI)</i>	Sottopeso	1 (1.6%)	1	0	0	0	0
	Normopeso	27 (42.8%)	6	0	16	1	4
	Obeso (BMI > 25)	35 (55.6%)	5	2	12	7	9
<i>Anzianità lavorativa totale</i>	< 26 anni	32 (50%)	8	2	7	5	10
	≥ 26 anni	32 (50%)	5	0	21	3	3
<i>Altre patologie muscolo-scheletriche associate</i>	Sì	50 (78.1%)	12	2	20	7	9
	No	14 (21.9%)	1	0	8	1	4
<i>Pregressi traumi del rachide</i>	Sì	23 (35.9%)	4	0	12	1	6
	No	41 (64.1%)	9	2	16	7	7
<i>Blocchi funzionali del rachide cervico-dorsale</i>	Sì	5 (7.8%)	0	1	3	1	0
	No	59 (92.2%)	13	1	25	7	13

C: rachide cervicale; D: rachide dorsale; L: rachide lombare

TABELLA 6. FATTORI DI RISCHIO LAVORATIVO EMERSI NELLA CASISTICA AFFERITA ALL'UNITÀ OPERATIVA DI MEDICINA DEL LAVORO, SPEDALI CIVILI DI BRESCIA, GENNAIO 2006-LUGLIO 2010.

	Variabile	Totale	Ernie/protrusioni discali				
			C	C+D	C+L	D+L	C+D+L
Movimentazione manuale di carichi	Sì	48 (75%)	6	2	23	7*	10
	No	16 (25%)	7	0	5	1	3
Movimenti ripetitivi arti superiori	Sì	7 (10.9%)	3	0	0	2 [§]	2
	No	57 (89.1%)	10	2	28	6	11
Arti superiori sopra la linea delle spalle	Sì	8 (12.5%)	2	1	1	2	2
	No	56 (87.5%)	11	1	27	6	11
Guida professionale	Sì	5 (7.8%)	1	0	1	1 [#]	2
	No	59 (92.2%)	12	2	27	7	11
Posture incongrue del rachide	Sì	15 (23.4%)	3	0	7	1	4
	No	49 (76.6%)	10	2	21	7	9
Uso di forza con gli arti superiori	Sì	9 (14.1%)	3	0	4	1	1
	No	55 (85.9%)	10	2	24	7	12
Uso di strumenti vibranti	Sì	6 (9.4%)	0	0	3	0	3
	No	58 (90.6%)	13	2	25	8	25

C: rachide cervicale; D: rachide dorsale; L: rachide lombare.

*: in 5 casi riconoscimento di malattia professionale.

§: in 1 caso riconoscimento di malattia professionale.

#: riconoscimento di malattia professionale.

Alcuni casi di osservazione del Patronato Inca Cgil

di **Lelia Della Torre*** e **Adalberto Ferioli***

▼ CASO 1

■ **Discopatie ed ernie dorsali in addetta trancia di anni 37 (nel 1999 all'insorgenza della patologia)**

La patologia

Da alcuni anni accusava saltuarie algie dorsolombari ed agli arti superiori, soprattutto a destra, alla fine del lavoro. Effettuava pertanto il 31.5.99 un esame elettromiografico all'arto superiore destro, con esito negativo.

Nel febbraio 2000, mentre stava lavorando sulla trancia Cevolani, ha avvertito un dolore molto forte in sede dorsale; per l'aggravamento della sintomatologia, nonostante la terapia antidolorifica, ha eseguito una radiografia della colonna cervico-dorsale con riscontro di «scoliosi minima sx convessa d-l, raddrizzamento lordosi cervicale, spondilartrosi, riduzione spazio discale C2-C3».

Una visita ortopedica del 5.4.00 documenta «cervicodorsalgia destra».

La radiografia dell'emitorace destro, eseguita il 2.5.00, rileva «accentuata cifosi dorsale con discopatia di vistosa entità e segni di spondilosi reattiva anteriore».

Alla RMN dorsale dell'11.5.00 si evidenzia «ipercifosi dorsale bassa con ernia discale espulsa paramediana D8-D9 e D10-D11 con impronte sul midollo».

Una visita specialistica del neurofisiologo del 20.6.00 rileva: «Ernia discale a livello dorsale D8-D9 con radicolopatia D9 a dx».

Il neurochirurgo certifica «non necessario l'intervento chirurgico, non segni di sofferenza mielica».

* Coordinamento Medico Legale Inca Lombardia.

Alla RMN dorsale di controllo del 22.8.00 risulta «invariata l'ernia distale paramedia-
na D10-D11, ridotta di volume l'ernia paramediana D8-D9».

Per algie al rachide continue con esacerbazioni da sforzo ed ai cambiamenti del tempo ha dovuto abbandonare il lavoro dall'ottobre 2000 in quanto gli specialisti hanno sconsigliato attività lavorativa comportante ripetute torsioni e flessioni del tronco e l'effettuazione di sforzi fisici.

La lavorazione a rischio

Dal 1979 al 30.10.2000 la sig.ra ... ha lavorato alle dipendenze della ditta Scatolificio ... di Lecco (produzione di scatole di latta di piccole dimensioni) in qualità di addetta alle trince automatiche e manuali:

- dal 1979 al 1998 per 8-9 ore al giorno, con intervallo di 1 ora per il pranzo se turno giornaliero e di ½ ora se a turni ed una breve pausa per il caffè;
- dal 1998 all'ottobre 2000 part-time senza pause, tranne 5 minuti per il caffè.

L'attività svolta prevedeva:

- ripetuti piegamenti e torsioni del tronco per il carico e scarico dei fogli di latta, dei pezzi tranciati, delle scatole;
- l'esercizio di elevata forza con gli arti superiori e parte della schiena a livello cervicale e dorsale nel mettere i fondi sulle scatole, nel far congiungere le due estremità della fascia laterale, ecc. per la costruzione della scatola;
- la necessità di *movimentazione manuale di carichi* senza presenza di alcun ausilio meccanico nello spostare, a braccia aperte e tese, i fogli di latta in mazzi per il carico della trancia «sollevo un numero di fogli di latta pari a quanto la mia forza me lo consente, la quantità è varia a seconda della grandezza del foglio. più il foglio è piccolo maggiore è la quantità, più il foglio è grande minore è la quantità anche se alla fine sollevo lo stesso peso» cioè circa 600 fogli pari a 600 kg in 4 ore;
- l'assunzione di posizioni scomode, ad esempio seduta su sgabelli a 30-35 cm da terra per lo scarico dei pezzi.

Motivazioni presentate all'Inail sull'origine professionale della patologia

I dati della letteratura evidenziano una non trascurabile incidenza di patologie del rachide da sollecitazioni biomeccaniche in alcune categorie di lavoratori che effettuano operazioni di trasporto o di sostegno di un carico (comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico), operazioni che per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano tra l'altro rischi di lesioni dorso-lombari (art. 47 d.l. 626/94).

Durante dette operazioni si determinano forze compressive sulle strutture del rachide, quali i dischi intervertebrali, limitanti somatiche, articolazioni interapofisarie che, se ripetute e protratte nel tempo, possono condurre a microlesioni delle medesime strutture. Il meccanismo patogenetico comporta una primitiva alterazione trofica del disco intervertebrale attraverso fenomeni di disidratazione del nucleo polposo e perdita di elasticità con fissurazioni dell'anulus fibrosus; segue la protrusione e poi l'ernia del disco intervertebrale con eventuali quadri clinici connessi alla compressione radicolare. L'alterazione del disco può comportare inoltre l'instaurarsi di un processo artrosico osteofitico per il concentrarsi delle sollecitazioni pressorie sui bordi delle limitanti dei corpi vertebrali. Sono pertanto da ritenersi correlati al rischio di sollecitazioni biomeccaniche lavorative i quadri con primitivo impegno da compressione dell'apparato intervertebrale (ernie discali e protrusioni discali) associati o meno a spondilodiscoartrosi.

Le patologie del rachide dorsolombare, specie di natura degenerativa, sono a genesi multifattoriale e pertanto il sovraccarico meccanico di origine lavorativa è solo uno dei diversi elementi eziopatogenetici.

Si ritiene però che tale sovraccarico meccanico di origine lavorativa nel caso specifico sia stato così preponderante per durata (20 anni) e per intensità (usura da movimenti ripetuti, posture incongrue, movimentazione manuale di carichi) da doversi considerare *concausa preminente* della patologia degenerativa del rachide «ernie discali dorsali D8-D9 e D10-D11 in spondiloartrosi» presentata dalla sig.ra ... in età relativamente giovane, inferiore ai 40 anni.

Iter amministrativo e giudiziario

Domanda di malattia professionale presentata ad Inail in data 26.10.00 definita negativamente anche dopo visita collegiale in quanto «le lesioni non sono riconducibili al gesto lavorativo ritenuto inefficace per quantità e qualità ... la patologia è da ricondurre a una eziologia extralavorativa».

Nella relazione del 27.04.03 il Ctu conclude che «la patologia discale del rachide dorso-lombare della perizianda è da ricondurre alla sua attività lavorativa; la inabilità permanente parziale è quantificabile in misura del 10% in D.B. sulle capacità globali del soggetto. La sussistenza del nesso causale si basa sulle seguenti motivazioni: la sig.ra ... descrivendo in modo dettagliato la propria attività lavorativa ha evidenziato una serie di operazioni (ripetuti piegamenti, movimentazione manuale di carichi, posture scorrette) che sono da ritenersi una concausa preminente sul piano biomeccanico a determinare una precoce usura delle strutture discali e articolari della colonna vertebrale, in un soggetto di giovane età e senza altri fattori di rischio rilevanti nella genesi di una patologia artrosica del rachide».

▼ CASO 2**■ Ernia discale D11-D12 in operaia di soli 33 anni addetta montaggio e carico bacchette (nel 2007 anno di comparsa della patologia)**

Malattia professionale denunciata in data 30.04.08 «ernia discale D11-D12 da usura lavorativa».

La patologia

Dal giugno 2006 rachialgie per cui ha iniziato ad assumere antinfiammatori; nel novembre 2007 rachialgia dorso-lombare acuta per cui in data 01.12.07 eseguiva RM (lombosacrale smc da D11 a S2) che evidenziava «a D11-D12 protrusione o piccola ernia discale paramediana destra che comprime lo spazio sub-aracnoideo anteriore».

Il neurochirurgo alla visita in data 21.12.07 consigliava solo fisioterapia per «protrusione discale lombare alta, senza indicazione neurochirurgica».

Alla ripresa del lavoro a gennaio 2008 ha dovuto ripetutamente assentarsi per la riaccutizzazione della sintomatologia.

Usa corsetto semirigido a 4 stecche ed effettua sedute settimanali di fisioterapia; lamenta algie dorsolombari, irradiate ai fianchi che compaiono di notte e dopo sforzi.

L'attività lavorativa a rischio

Da marzo 2004 a febbraio 2008 (poi cambio mansione per spostamento su altre linee di produzione quindi dal 2009 mobilità) ha lavorato sulla linea N 6 alle dipendenze di una ditta lecchese di produzione di reti elettrosaldate per l'edilizia (a pezzi della dimensione di 2 metri per 3-4-5 metri).

La mansione comportava movimenti ripetuti del rachide di flessione fino a terra e rotazione per:

- il carico delle bacchette trasversali a mazzi di 15 (lunghe 2,25 metri e pesanti circa 5-6 kg al mazzo) che andavano prelevate da una altezza di circa 60 cm e depositate nel caricatore posto ad una altezza inferiore al piano di appoggio dei piedi. Questo carico doveva svolgerlo 7 volte in 1 minuto alternando il carico delle bacchette longitudinali;
- il carico delle barre longitudinali lunghe 3 o 5 metri prelevate in mazzo di 15 da un piano ad altezza vita e trascinate con la mano sinistra, a carico instabile, verso destra infilandone una per una in guide metalliche; dopo averne infilate 15 o 30 doveva azionare lo scorrimento completo delle barre;

- allestimento bancale e scarico reti elettrosaldate con anche movimentazione manuale di carichi; i bancali pesanti 25-35 kg andavano poi spinti per un tratto di 6 metri; doveva chinarsi fino a terra per inserire i pannelli nelle scatole.

Motivazioni presentate all'Inail sull'origine professionale della patologia

Il sovraccarico biomeccanico è stato determinato da:

- posture incongrue del rachide;
- movimenti ripetuti di flessione e rotazione del rachide;
- movimentazione manuale di carichi con azione di trazione su carico instabile.

Si ritiene che il sovraccarico «grave» abbia determinato la comparsa della patologia denunciata in un tempo relativamente breve data proprio la gravità del rischio come ben documentato nella relazione del Cemoc in cui si riporta che anche nel Documento di valutazione del rischio (Dvr) aziendale si confermano per la mansione sopra descritta «sforzi e torsioni non accettabili».

Nella relazione Cemoc, cui Inail ha richiesto visita e parere, si ritiene la «patologia denunciata compatibile con l'esposizione lavorativa», sebbene vi sia una diversa interpretazione sulla sede della patologia protrusiva discale da parte del neurochirurgo e del neuroradiologo, per le seguenti considerazioni:

- età alla diagnosi di soli 33 anni;
- posture incongrue, disergonomiche del rachide dorsolombare rilevate con la descrizione effettuata dall'interessata e confermate dal Documento di valutazione dei rischi;
- movimentazione manuale di carichi con rischio di grado elevato.

Alla Collegiale medica del 03.09.09 si conclude in maniera concorde presa visione del Dvr, del parere Cemoc e considerando l'obiettività, per una patologia professionale con un danno pari all'8%.

■ **Considerazioni**

Se la Rmn avesse interessato tutto il tratto dorsale avrebbe potuto evidenziare altre discopatie e protrusioni in un tratto considerato fino ad oggi immune da patologie?

Quando il sovraccarico biomeccanico è grave basta un periodo relativamente breve per avere sintomatologia (2 anni) e lesioni obiettivabili strumentalmente (3 anni).

Non è solo la movimentazione manuale di carichi ma anche la assunzione di posture incongrue e di ripetuti movimenti di flessoestensione a determinare la patologia.

▼ CASO 3**■ Ernia discale C6-C7 e D7 – D 8 e discopatia L5 – S1 in operaio di soli 32 anni addetto alla levigatura e bilanciatura di eliche (nel 2006 anno di comparsa della patologia)**

Malattia professionale denunciata in data 06.12.06 «lombalgia continua da usura lavorativa in soggetto con schisi arco posteriore della 1 vertebra sacrale e discopatia L5-S1».

La patologia e l'idoneità alla mansione

La valutazione del rachide riportata alla visita di assunzione in data 02.10.02 risulta nella norma, così come alle due visite periodiche successive del 10.12.03 e 21.11.04. Alla visita periodica dell'11.11.05 viene riportato «lombalgia da un anno; fans una volta la settimana; esame obiettivo del rachide nella norma».

Nel 2006 per peggioramento della sintomatologia eseguiva accertamenti strumentali. Il 27.06.06 Rx colonna lombosacrale evidenzia «raddrizzamento antalgico del rachide ... L5 affossata tra le ali iliache. Nettamente diminuito di ampiezza lo spazio intersomatico tra L5 ed S1. Schisi dell'arco posteriore della prima vertebra sacrale».

In data 29.06.06 effettua visita ortopedica per «lombalgia».

Il medico competente alla visita del 26.07.06 riporta «dolori alla stazione eretta prolungata ... fans per os ... obiettivamente rachide dolente alla digito pressione. Lasegue debolmente positivo a destra».

Il 24.10.06 nel referto dn PS vien posta diagnosi di «lombalgia muscolotensiva ... Il paziente riferisce lombosacralgia da questa mattina dopo uno sforzo mentre era al lavoro»; l'evento non è riconosciuto come infortunio lavorativo da Inail per «mancanza di causa violenta».

In data 06.12.06 viene presentata a Inail denuncia di malattia professionale per «lombalgia continua da usura lavorativa in soggetto con schisi arco posteriore della 1 vertebra sacrale e discopatia L5-S1».

Il 31.01.07 il medico competente rilascia una certificazione in cui giudica: «le alterazioni riportate sulla lastra non sono da ricondurre all'attività lavorativa ma sono normalmente delle alterazioni di tipo congenito già presenti quindi da molti anni e comunque precedenti all'assunzione. Non si può tuttavia escludere che alcuni fattori dell'attività lavorativa (limitata movimentazione di carichi e postura prevalentemente fissa di lavoro) possono aver portato all'accentuazione dei sintomi lavorativi di questa patologia della colonna vertebrale. A scopo cautelativo suggerisco di adibirlo a lavorazioni di eliche di alluminio del peso più limitato possibile».

In data 31.01.08 esegue una Rmn della colonna dorsale e lombare che rileva «disco intersomatico D7-D8 assottigliato degenerato erniato in sede paramediana destra».

Esegue visite ortopediche in data 15.02.08 e 19.02.08.

Alla visita del 04.06.08 il medico competente rilascia una idoneità alla mansione con «prescrizione di non effettuare lavorazione di eliche di peso superiore a 3 kg», giudizio contro il quale il sig. Ben Ameer presenta ricorso all'Asl.

Il 11.07.08 in PS per «algie dorsali in ernia D7-D8».

Il 17.07.08 visita psichiatrica al Cps per «grave disagio emotivo correlato alle vicissitudini in ambito lavorativo».

L'Asl in data 13.11.08 lo giudica «idoneo alla mansione di pulitura eliche in alluminio con le seguenti limitazioni: movimentazione manuale di carichi non superiore a 3 kg, movimenti da altezza superiore a 40 cm. La movimentazione di carichi non deve avvenire per più di 4 ore al giorno e devono essere previste pause di 10 minuti ogni 2 ore».

Il 25.11.08 viene licenziato per «inidoneità parziale» alla mansione.

Il 25.06.09 in PS per «disestesie avambraccio dx lato ulnare e 4 e 5 dito mano destra».

26.06.09 visita ortopedica per «blocco lombare in discopatia».

01.07.09 esegue elettromiografia arti superiori che rileva «lieve sofferenza del nervo ulnare destro al gomito».

Il 02.07.09 alla Rmn rachide cervicale si evidenzia «inversione fisiologica lordosi cervicale, lieve protrusione discale C3-C4, protrusione C4-C5 e marcata protrusione in sede mediana paramediana sinistra di C6-C7».

In data 24.07.09 si sottopone ad intervento di «discectomia C6-C7 con innesto di cage».

Il 09.10.09 il referto di visita fisiatrica rileva «esiti cervicobrachialgia dx in intervento per ernia discale C6-C7 con residua ipostenia e parestesie specie sul lato ulnare mano-avambraccio destro; residua limitazione e rigidità del rachide cervicale in toto con RM positiva per protrusioni discali multiple; residua sindrome vertiginosa. Dorsolombalgia con ernia D7-D8 con ipostenia riferita agli arti inferiori. Seguito dal CPS di Monza per sindrome depressiva post reattiva».

Una visita psichiatrica del CPS del 23.10.09 certifica «sindrome mista ansioso-depressiva».

La RMN dorsale e lombosacrale del 10.11.09 evidenzia «piccola ernia discale D7-D8 a sviluppo paramediano destro».

L'attività lavorativa a rischio

Addetto dall'1.02.03 al 25.11.08 (licenziamento per inidoneità parziale) alla bilancatura e levigatura di eliche navali in alluminio.

Dal cassone posto a terra preleva circa 30 eliche e le infila sugli «spuntoni» di un apposito carrello alto circa 60 centimetri da terra.

Le eliche lavorate sono a due, tre, quattro pale ed hanno un peso variabile da 1 a 3 kg. Lavora ogni elica facendo le seguenti operazioni:

- mette l'elica su una macchina di bilanciatura che indica quanti grammi di alluminio devono essere tolti da una pala;
- toglie l'elica e tenendola con entrambe le mani appoggiata al tronco all'altezza della vita la spinge con forza contro la ruota della levigatrice, a nastro, che gira in modo continuativo;
- la ricontra sulla macchina di bilanciatura: se è bilanciata la mette da parte sul carrello;
- quando le ha tutte bilanciate deve dare inizio alla levigatura sostituendo il nastro adesivo di carta vetrata grosso usato per la levigatura con quello più sottile; la levigatura è una sorta di lucidatura di tutte le pale su tutta la loro superficie per cui oltre all'azione di spinta dal dietro all'avanti contro la ruota sopra descritta deve fare anche piccoli movimenti di rotazione e di inclinazione laterale del tronco in alto in basso a destra e a sinistra, facendo sempre molta attenzione a spingere con molta forza e poi rilasciare in fretta altrimenti l'alluminio si taglia e l'elica deve essere scartata;
- lavora in totale 80-100 eliche per turno, occupando circa 5 minuti per ogni elica.

Nb 1 nel sopralluogo Asl del 05.12.07 per l'indagine di malattia professionale si conferma la descrizione e si precisa «per eseguire la levigatura deve effettuare torsioni col tronco ed esercitare una certa forza. Le operazioni sono svolte in piedi e la schiena non viene flessa se non saltuariamente ... in effetti la stessa subisce piccole torsioni continue». Nb 2 la postura è quindi obbligata e mantenuta per 8 ore quasi «a uovo» o «posizione fetale» con le due lordosi cervicale e lombare appiattite, in flessione, nell'azione di spinta.

Iter della denuncia

Malattia professionale denunciata in data 06.12.06 «lombalgia continua da usura lavorativa in soggetto con schisi arco posteriore della 1^a vertebra sacrale e discopatia L5-S1». Inail definisce negativamente il caso per «rischio non idoneo».

Inca ricorre con le seguenti motivazioni: «Il sovraccarico biomeccanico è stato determinato dalla postura eretta obbligata e dall'azione di spinta contro il nastro del rachide lombosacrale (il pezzo è appoggiato al tronco anteriormente e tenuto in mano con forza). Rachide, spalle ed arti superiori sono impegnati nell'azione di tenuta e spinta per bilanciare correttamente il pezzo. Si ritiene che la particolare postura lavorativa e l'azione di spinta sopra descritta abbiano aggravato una patologia preconstituita determinando discopatia L5-S1 con lombalgia continua e vada pertanto riconosciuta la concausa professionale con danno pari al 19% oltre al riconoscimento dei periodi di inabilità temporanea».

La Collegiale medica del 05.06.07 si conclude in maniera discorde, in quanto il medico dell'Inail «fa presente che la radiografia del 26.06.06 non evidenzia la presenza di discopatie a carico del rachide lombosacrale. È presente soltanto una diminuzione dello spazio discale L5-S1 dovuta ad una antiversione del bacino legata alla schisi vertebrale preesistente. Il rischio è altresì inidoneo per qualità e tipo. Non si ritiene provata la genesi lavorativa del caso. Il medico di Patronato ritiene che la particolare lavorazione svolta comportante postura eretta obbligata con azione di spinta del rachide lombosacrale contro il nastro (il pezzo è tenuto in mano con forza ed appoggiato anteriormente al tronco) abbia aggravato una patologia preconstituita determinando discopatia L5-S1 con lombalgia continua e che vada pertanto riconosciuta la concausa professionale con danno pari al 10% oltre ai periodi di inabilità temporanea».

Perché si ritiene che la patologia sia di origine professionale

I dati della letteratura evidenziano una non trascurabile incidenza di patologie del rachide da sollecitazioni biomeccaniche in alcune categorie di lavoratori che effettuano operazioni di trasporto o di sostegno di un carico (comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare), che per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli comportano tra l'altro rischi di lesioni dorso-lombari (art. 47 d.l. 626/94). Durante dette operazioni si determinano forze compressive sulle strutture del rachide, quali i dischi intervertebrali, limitanti somatiche, articolazioni interapofisarie che, se ripetute e protratte nel tempo, possono condurre a microlesioni delle medesime strutture. Il meccanismo patogenetico comporta una primitiva alterazione trofica del disco intervertebrale attraverso fenomeni di disidratazione del nucleo polposo e perdita di elasticità con fissurazioni dell'anulus fibrosus; segue la protrusione e poi l'ernia del disco intervertebrale con eventuali quadri clinici connessi alla compressione radicolare. L'alterazione del disco può comportare inoltre l'instaurarsi di un processo artrosico osteofitico per il concentrarsi delle sollecitazioni pressorie sui bordi delle limitanti dei corpi vertebrali. Sono pertanto da ritenersi correlati al rischio di sollecitazioni biomeccaniche lavorative i quadri con primitivo impegno da compressione dell'apparato intervertebrale (ernie discali e protrusioni discali) associati o meno a spondilodiscoartrosi.

Le patologie osteoarticolari da lavoro possono insorgere a qualsiasi livello dell'apparato osteoarticolare se sottoposto a particolare usura.

Già sul *Trattato di Medicina del lavoro* di Emilio Sartorelli (Piccin Editore, Padova, 1981) nel capitolo «Le osteo-artropatie da lavoro» P.G. Scotti e G. Monti affermano: «Le osteoartropatie da lavoro possono insorgere praticamente a qualsiasi livello dell'apparato osteoarticolare e interessare ogni componente sia singolarmente che in associazione con

altri. È chiaro che, essendo una patologia degenerativa da sovraccarico funzionale, i distretti più colpiti saranno quelli maggiormente sollecitati ... tutte le volte che una posizione diversa dalla normale stazione eretta viene assunta e mantenuta nel tempo, col semplice carico del peso corporeo, si può avere una rachialgia che si manifesta con una gamma di variabilità che si estende dal semplice fastidio da contrattura muscolare alla violenta rachialgia da distorsione vertebrale. Se alla posizione aggiungiamo un carico, il fenomeno distorsivo e distrattivo diventa più importante ed il dolore più intenso ... le rachialgie sono diffusissime tra coloro che esplicano mansioni impiegate, ove vengono determinate da posizioni scorrette mantenute nel tempo anche se con carichi molto modesti, dato che si tratta di lavori sedentari, sia fra i lavoratori dell'industria leggera e media, come ad esempio tessitori, assemblatori, meccanici, tornitori e fresatori, dove alla postura si aggiunge sempre un certo carico, sia soprattutto dell'industria pesante ove è particolarmente evidente il sovraccarico dovuto alle resistenze esterne. Una categoria di lavoratori fra le più colpite dalle rachialgie è quella degli addetti alla guida dei mezzi di locomozione, sia per quanto riguarda i ferrotranvieri, sia per gli autotrasportatori, specie quelli addetti ai mezzi pesanti, sia alle categorie di trasporti agricoli».

Va anche considerata l'unità funzionale del corpo e quindi il lavoro sinergico dei suoi sottosistemi fisiologici come sottolinea Roland Gauthy (*Musculoskeletal disorders An ill-understood «pandemic»*, Etui-Rehs, Health and Safety Department, 2007) «Il corpo al lavoro è un tutto unico che opera in sinergia:

- « ... una direttiva “movimentazione manuale dei carichi” che non parla né di mani, né di polsi, gomiti o spalle è senz'altro incompleta;
- « gli arti inferiori (piedi, caviglie, ginocchia, anche) sono considerati in modo indiretto e non vengono mai citati, mentre non c'è dubbio che scivolare, cadere e inciampare ma anche molti sforzi improvvisi che si ripercuotono sul tronco, sono dovuti alla loro sollecitazione diretta...».

Ritornando al rachide risulta in questa ottica come i vari settori non siano separati «a compartimenti stagni» e come se una «spinta» compressiva dal tallone a terra si trasmette dagli arti inferiori al bacino su fino al capo modificando le curvature della colonna vertebrale, tanto più le forze del sovraccarico biomeccanico non rimangono bloccate ad un solo tratto della colonna ma si trasmettono a tutta l'unità funzionale in gioco. Non possono quindi stupire le ernie cervicali oltre a quelle lombari riscontrate negli autisti di automezzi e di carrelli elevatori per vibrazioni e contraccolpi trasmessi al corpo intero dai sedili. Così come appare conseguente il riscontro di ernie cervicali e dorsali in lavoratori costretti a ripetuti movimenti di torsione del rachide o a posture incongrue prolungate. «Chi cerca trova» dice un vecchio adagio e le numerose risonanze e tac eseguite ormai anche sul tratto dorsale rendono quasi frequente una patologia considerata fino a pochi anni fa rara, quasi eccezionale.

Il decreto 27 aprile 2004 e successive modifiche elenca fra le «malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità» l'ernia discale lombare e le spondilodiscopatie del tratto lombare da movimentazione manuale dei carichi eseguita con continuità durante il turno di lavoro e fra le «malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità» l'ernia discale lombare e le spondilodiscopatie del tratto lombare da vibrazioni trasmesse al corpo intero per le attività di guida di automezzi pesanti e conduzione di mezzi meccanici. La tabella Inail d.m. 09.04.08 delle malattie professionali riporta invece solo l'ernia discale lombare da movimentazione manuale di carichi e quella da vibrazioni trasmessa al corpo intero. Sono evidenti le difformità tra le due tabelle che peraltro contemplano entrambe le patologie del rachide solo a livello lombare.

Inoltre va sottolineato che il dorso ha potenzialità di movimento in tutte le direzioni, anche se ridotte dal collegamento scheletrico con la gabbia toracica.

Le vertebre dorsali si differenziano, per forma e relazioni, in 3 parti, con possibilità di movimento diverse. Il primo gruppo, D1 D7, dove i movimenti sono maggiormente limitati in quanto le coste si articolano direttamente con lo sterno; nel secondo, D8 D10, si articolano con coste che anteriormente si collegano allo sterno attraverso una breve cartilagine; questa struttura concede alle vertebre una maggiore mobilità. Infine D11 D12 si articolano con coste fluttuanti e risultano essere le più mobili del tratto dorsale.

Nel caso in discussione il movimento descritto dal lavoratore, evidenzia che per poter sostenere il carico di kg 3 del pezzo da levigare all'altezza dell'addome, il soggetto contraeva i muscoli flessori, mantenendo così in flessione il tratto lombare e con il capo chino e quindi le vertebre cervicali flesse in avanti per controllare visivamente l'operazione. Con le braccia manovrava il pezzo durante la levigatura, in costante tensione per contrastare e dosare le vibrazioni e la forza della macchina con nastro abrasivo. La lavorazione del pezzo, un'elica, prevede che i movimenti siano rotatori e «sensibili». Le braccia nel lavoro di forza e controllo portano e mantengono il dorso in flessione, soprattutto la parte alta (D1 D7). Le vertebre dorsali più disponibili (D8 D10 D12) si sono trovate ad accompagnare la colonna in «piccole torsioni», come da definizione del rapporto Asl prima citato. Continue torsioni sotto costante carico e nel contrasto con la forza della macchina levigatrice.

Il movimento di flessione delle vertebre porta il tratto coinvolto nel movimento ad una progressiva chiusura «autobloccante». Le vertebre in flessione non partecipano ai movimenti di torsione o rotazione. I movimenti di rotazione sono possibili in presenza di estensione della colonna, in quel caso viene distribuita su un ampio tratto della colonna. I movimenti di rotazione, in una colonna che mantiene con forza tratti in flessione, vengono distribuiti sulla porzione di colonna che strutturalmente è più svincolata. Nel caso specifico la parte alta del rachide cervicale e dorsale è resa compatta in flessione dal lavoro delle spalle e delle braccia, la zona lombare tenuta in flessione per

il sostegno del carico anteriormente. Le ultime vertebre cervicali e dorsali sono le più mobili e lì si è creata sofferenza.

Questa risposta è paragonabile alla più facilmente riscontrabile sofferenza tra L5 S1, dove c'è il passaggio tra la compattezza del sacro e la mobilità del tratto lombare.

■ Considerazioni finali

Non solo la movimentazione manuale di carichi o l'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero determinano sovraccarico biomeccanico lavorativo. Come ben descritto decenni fa da Scipione Caccuri (*Medicina del lavoro 2*, edizione Idelson, Napoli 1972) anche semplici movimenti di flessione, inclinazione, torsione del rachide se ripetuti o il mantenimento di posture incongrue possono comportare alterazioni patologiche della colonna: «deviazioni scheletriche si hanno in alcune attività lavorative, e così nei mietitori, nei minatori ecc. si hanno deviazioni della colonna vertebrale ... nelle operaie addette alla raccolta delle olive, nelle lavoratrici delle risaie, ecc... in seguito alla forte flessione del tronco si possono avere, con l'andare del tempo, alterazioni della colonna vertebrale che diventa quasi rigida, secondo Pieraccini che ha denominato detta posizione "atteggiamento alla Millet" da quella assunta dalle spigolarie nel celebre quadro del pittore francese».

Quando il sovraccarico biomeccanico è grave basta un periodo relativamente breve per avere sintomatologia (1 anno) e lesioni obiettivabili strumentalmente (3 anni).

La schisi o fissurazione dell'arco posteriore della prima vertebra sacrale è su base congenita; una volta ritenuta evento raro viene oggi considerata molto frequente essendo presente nel 20-40% della popolazione; molto raramente è ad essa attribuita una sintomatologia dolorosa in quanto non altera la solidità del corpo vertebrale nel sostenere il carico. Risulta pertanto improbabile attribuire alla preesistenza la patologia.

Nel caso specifico la prima denuncia di malattia professionale ha fatto riferimento alla sola sofferenza del disco L5 S1, unica patologia evidenziata fino ad allora dalle indagini strumentali. È probabile che se fosse stata effettuata da subito una Rmn di tutto il rachide si sarebbero potute evidenziare da subito anche le discopatie e protrusioni del tratto dorsale e cervicale diagnosticate successivamente.

Le patologie del rachide, specie di natura degenerativa, sono a genesi multifattoriale e pertanto il sovraccarico meccanico di origine lavorativa è solo uno dei diversi elementi eziopatogenetici.

Si ritiene però che tale sovraccarico meccanico di origine lavorativa nel caso specifico sia stato così preponderante per intensità da doversi considerare *concausa preminente* della patologia degenerativa del rachide cervicale, dorsale e lombare presentata dal sig. ... comparsa in età giovane, di soli 32 anni, con danno pari al 25%.

▼ CASO 4

■ Periartrite scapolo omerale e patologia del rachide cervicale di origine professionale

Iter medico legale

La sig.ra presentò all'Inail in data 2/12/1999 un primo certificato di malattia professionale nel quale veniva posta diagnosi di «periartrite omero-scapolare»; il medico riteneva che tale patologia poteva essere stata contratta nell'esercizio ed a causa delle lavorazioni alle quali l'ammalata era stata addetta. L'Inail il 5/2/01 chiudeva negativamente il caso «perché non esiste rapporto causale tra la lavorazione svolta e la malattia denunciata».

Nell'aprile 2001 il Patronato Inca-Cgil di Legnano presentava ricorso chiedendo il riconoscimento di un grado di inabilità del 16%. Nel corso di una collegiale medica eseguita il 30/8/01 il caso veniva sospeso in quanto «Si rinvia la discussione a periodo successivo all'acquisizione di ulteriore documentazione tecnica sul rischio da parte del Patronato». Nel febbraio 2002 l'Asl della Provincia di Milano n. 1, distretto n. 7, di Abbiategrasso iniziava un'indagine presso la ditta ... sulle possibili cause delle patologie osteoarticolari osservate in numerosi lavoratori dell'azienda. Nel luglio dello stesso anno l'Asl inviava agli Rls dell'azienda una comunicazione sui risultati di tale indagine. Il 7/8/2002 il Patronato Inca chiedeva, in base alla nuova documentazione acquisita dagli Rls, la convocazione di una nuova collegiale. L'Inail non ha mai risposto.

Anamnesi personale e patologica remota

Nata il 13/1/1950. Riferisce le comuni malattie infantili. Appendicectomia a 16 anni. Colectomia a 27 anni. Intervento per adenoma surrenalico a 39 anni. Intervento per alluce valgo dx a 52 anni.

Anamnesi lavorativa

La sig.ra ... lavora dal 1970 presso la ditta ... addetta alla cucitura a macchina. In precedenza, per 3 anni, ha lavorato presso una tintoria.

Analisi della mansione

La posizione di lavoro è caratterizzata dai piedi appoggiati a una pedaliera su due posizioni (avvio e rasafili); col ginocchio devono inoltre comandare una leva che consen-

te di alzare il piedino della macchina da cucire. Il corpo resta in posizione fissa col capo costantemente chinato in avanti sia durante la fase di cucitura, che durante la preparazione del lavoro (sistemazione del nuovo capo da cucire). La schiena mentre cuce non è appoggiata ad alcun sostegno, mentre si appoggia allo schienale durante la preparazione del lavoro.

Fino al 1995 (mentre lavorava presso la sede di...) i capi arrivavano attraverso una «giostra» sospesa e calati sul posto di lavoro mediante una pulsantiera. Venivano presi con la mano sinistra, cuciti con le due mani e riappesi con la destra. Da allora col trasferimento alla sede di i capi arrivano su nastro trasportatore posti in una cassetta che viene deposta su un piano di fianco al tavolo di lavoro. A questo punto l'operatore col braccio destro deve far scivolare la cassetta su di un piano inferiore (dislivello di circa 90 cm) e al termine della lavorazione deve spingere sempre col braccio destro la cassetta su di un rullo. Per ogni turno di lavoro di 8 ore vengono movimentate circa 30 cassette di un peso variabile da 4 a 11 kg.

Il lavoro che svolge riguarda prevalentemente la cucitura di tasche e più raramente di etichette. Il lavoro viene svolto a cottimo, il che comporta ritmi molto elevati di produzione: in media deve essere cucita una tasca ogni minuto.

Anamnesi patologica e obiettività attuale

A partire dal 1997 ha iniziato ad accusare dolori e parestesie a carico dell'arto superiore destro, con intensa dolorabilità all'articolazione scapolo omerale, con riduzione soggettiva della forza; progressivo impegno anche dell'articolazione scapolo omerale sinistra con limitazione dei movimenti articolari. Successivamente comparsa di intense cervicalgie, a volte accompagnate da nausea, che hanno limitato molto la capacità di lavoro, in quanto spesso scatenate dalla posizione di lavoro. La sintomatologia è progredita fino ad evolvere in una cervico brachialgia bilaterale con parestesie particolarmente intese soprattutto di notte. Accertamenti specialistici eseguiti presso la Clinica del Lavoro di Milano nel luglio 1999 hanno consentito di diagnosticare «Periartrite scapolo omerale bilaterale». Un quadro radiologico suggestivo di tale patologia era già peraltro documentato nel 1997.

Una Rm della colonna cervicale del 18/6/01 ha evidenziato una netta rettilineizzazione della lordosi cervicale con note spondilosiche e osteofiti marginali che deformano i corpi vertebrali tra C4 e C7; i dischi intervertebrali presentano un quadro diffuso di degenerazione; minimo bulging posteriore del disco degenerato in C3 C4. Tra C5 e C6 netta impronta sul legamento longitudinale di tipo osteo-discale sia per l'osteofitosi sia per una protrusione ai limiti di una piccola ernia mediana para mediana destra. Minimo bulging posteriore in C6-C7.

L'obiettività attuale si caratterizza per una riduzione della forza degli arti superiori maggiore a destra, limitazioni dei movimenti delle articolazioni scapolo omerali sui piani dello spazio, maggiore limitazione dei movimenti del rachide cervicale che possono causare vertigini.

■ Considerazioni finali

Dall'analisi della mansione, risulta evidente come l'attività svolta abbia comportato un sovraccarico funzionale a carico delle articolazioni scapolo omerali.

Tale valutazione viene confermata dall'Asl – distretto n. 7 di Abbiategrasso – che con comunicazione agli Rls del luglio 2002 considera come l'attività lavorativa svolta in questa azienda rientra tra quelle esponenti al rischio di patologie da movimenti ripetuti, evidenziando, in base alla documentazione prodotta dall'azienda, come tale rischio sia da considerare moderato.

A questo proposito va inoltre rilevato come anche l'Inail consideri tale mansione tra le principali lavorazioni da ritenersi a rischio di sovraccarico biomeccanico per l'arto superiore (si veda circolare n. 81 del 27 dicembre 2000 – Inail Direzione centrale prestazioni).

Oltre al rischio da movimenti ripetuti va inoltre considerato come tale attività abbia causato una grave patologia a carico del rachide cervicale per una costrizione posturale protratta a carico del rachide cervicale stesso (8 ore al giorno con il capo costantemente chinato in avanti).

In conclusione si chiede che alla lavoratrice venga riconosciuta l'origine professionale della patologia scapolo omerale e di quella a carico del rachide cervicale.

L'insieme di tali patologie comporta una significativa limitazione funzionale a carico degli arti superiori (con prevalenza a destra) e del capo e per i quali si chiede venga riconosciuto un grado di inabilità permanente pari al 18%.



Il rachide cervico-dorsale: epidemiologia e dati statistici in ambito infortunistico e tecnopatologico. Criteri di accertamento del nesso causale

di **Giuseppe Ali***

▼ A) Infortuni lavorativi

Gli infortuni lavorativi che hanno come sede lesiva il rachide rappresentano, dopo la mano, la seconda fra le sedi corporee più colpite in ordine di frequenza. Nell'ambito del rachide, la regione cervicale rappresenta in assoluto la sede maggiormente colpita

TAB. 1

Infortuni denunciati e indennizzati dall'Inail, con dettaglio di alcune sedi della lesione - Anni evento 2006-2009 (tutte le gestioni)								
Infortuni/ sede	2006		2007		2008		2009	
	Denunciati	Indennizzati	Denunc.	Indenn.	Denunc.	Indenn.	Denunc.	Indenn.
In complesso	928.158	623.291	912.410	608.861	875.144	577.402	790.000	512.032
di cui:								
Colonna vertebrale:	100.742	80.748	102.555	80.805	103.294	80.271	98.193	75.203
cervicale	52.703	40.524	54.874	41.114	55.265	40.762	53.032	38.641
lombare	31.627	26.721	30.640	25.704	29.068	24.175	27.363	22.478
lombare e midollo	3.456	2.912	4.316	3.611	6.025	4.951	5.681	4.568
sacro e coccige	4.219	3.420	3.811	3.104	3.560	2.884	3.594	2.843
toracica	5.215	4.376	5.186	4.324	5.041	4.117	4.600	3.669
toracica e midollo	538	460	546	462	708	578	619	504
cervicale e midollo	2.135	1.639	2.227	1.705	2.534	1.912	2.214	1.655
sacro e midollo	849	696	955	781	1.093	892	1.090	845

* *Sovrintendenza medica regionale Inail della Lombardia.*

TAB. 2

Infortuni indennizzati dall'Inail per alcune sedi della lesione e per tipo di indennizzo - Anno evento 2009 (tutte le gestioni)

Sede lesione	Inabilità Temporanea	Inabilità Permanente			Morte	Tot Indennizzati
		Danno biologico	Rendita	Totale		
col. vert. cervicale	37.922	607	101	708	11	38.641
col. vert. lombare	21.292	939	246	1.185	1	22.478
col. vert. lombare e mid.	4.306	197	64	261	1	4.568
col. vert. sacro e coccige	2.659	170	14	184	-	2.843
col. vert. toracica	3.062	490	115	605	2	3.669
col. vert. toracica e mid.	409	64	27	91	4	504
col. vert. cervicale e mid.	1.616	16	15	31	8	1.655
col. vert. sacro e midollo	793	48	4	52	-	845
Totale colonna vertebrale	72.059	2.531	586	3.117	27	75.203

▼ B) Malattie professionali

Secondo i dati Eurostat (2004) circa due terzi dei lavoratori europei riferiscono di essere esposti a movimenti ripetitivi degli arti superiori ed un quarto riferiscono di essere esposti a vibrazioni prodotta da macchine utensili; ambedue le categorie di lavoratori lamentano disturbi muscolo-scheletrici agli arti superiori ed oltre la metà di questi anche al rachide *cervicale*.

Uno studio non recente del Niosh (1997) concludeva che c'è:

- una «forte evidenza» di associazione fra disturbi muscolo-scheletrici (Msd) del collo e della spalla ed elevati livelli di contrazione muscolare statica, prolungati carichi statici e posture lavorative estreme coinvolgenti la muscolatura del collo/spalla;
- una «suggestiva evidenza» di rischio per le attività lavorative ad elevata ripetitività, ossia comportanti continui movimenti del braccio e della mano con secondario interessamento della muscolatura del collo/spalla e generanti un sovraccarico sulla medesima regione, ed i lavori di forza interessanti lo stesso distretto muscolare;
- una «insufficiente evidenza» di correlazione fra dolore cervicale e vibrazioni.

Nella legislazione e nella normativa del nostro Paese tuttavia le patologie professionali che interessano il tratto cervicale assumono un ruolo complementare rispetto alle altre espressioni patologiche che riguardano, invece, il rachide lombare.

La prima trattazione sistematica da parte dell'Inail delle patologie professionali del rachide è avvenuta con la circolare n. 25 del 14.5.04.

In essa sono indicate le principali categorie di lavoratori per le quali è presumibile un concreto rischio di movimentazione manuale dei carichi (Mmc) o di vibrazioni tra-

smesse al corpo intero (Wbv) nonché i valori soglia ai quali corrispondono le diverse classi di rischio di sovraccarico biomeccanico per il rachide.

Per quanto riguarda l'individuazione del distretto del rachide coinvolto nei meccanismi patogenetici delle malattie da Mmc o da Wbv, la circolare precisa che quello «*lombare e le relative cerniere dorso-lombare e lombo-sacrale*» ne costituiscono sede elettiva e specificano che per quanto attiene le localizzazioni a carico degli altri distretti (cervicale e dorsale) «*allo stato non risultano in letteratura studi conclusivi che permettano di riconoscere la natura professionale*».

Anche nelle *Nuove Tabelle delle malattie professionali per l'industria e l'agricoltura (d.m. 9 aprile 2008)* l'ernia discale lombare rappresenta l'unica patologia della colonna per la quale vige il criterio della presunzione legale di origine per le forme contratte nell'esercizio delle lavorazioni previste nelle rispettive tabelle dell'industria e dell'agricoltura.

Anche il d.m. 11 dicembre 2009 («Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi dell'art. 139 TU») circoscrive al tratto lombare le malattie («*spondilodiscopatie del tratto lombare*» e «*ernia discale lombare*») inserite nella sia nella lista I (la cui origine lavorativa è di *elevata* probabilità) che nella lista II (la cui origine lavorativa è di *limitata* probabilità) rispettivamente per le lavorazioni con «movimentazione manuale di carichi eseguita con continuità» e con «vibrazioni trasmesse al corpo intero per la guida di automezzi pesanti e conduzione di mezzi meccanici».

Le informazioni contenute nella *Banca Dati Inail* non soccorrono altresì nella conoscenza dei dati disaggregati per i diversi distretti del rachide giacché contengono solo notizie circa gli eventi complessivi denunciati a carico della colonna.

TAB. 3

Alcune malattie professionali denunciate all'Inail - Anni di manifestazione 2006-2009 (tutte le gestioni)

Tipo di malattia	2006		2007		2008		2009	
	Denunciati	Indennizzati	Denunc.	Indenn.	Denunc.	Indenn.	Denunc.	Indenn.
Affezioni dei dischi intervertebrali (dati Italia)	2.786	705	3.247	1.045	4.077	1.395	6.223	2.194
di cui in Lombardia	207	65	215	79	237	101	405	196

TAB. 4

Alcune Malattie professionali indennizzate dall'Inail per tipo di indennizzo - Anno 2009 (tutte le gestioni)

Tipo di malattia	Inabilità Temporanea	Inabilità Permanente			Morte	Tot Indennizzati
		Danno biologico	Rendita	Totale		
Artrosi ed affezioni correlate	7	251	86	337	-	344
Affezioni dei dischi intervertebrali	16	1.812	366	2.178	-	2.194

Sulla base della vigente normativa pertanto le denunce di sospette malattie professionali che interessano il tratto cervicale o dorsale del rachide rientrano nel più vasto gruppo delle malattie «non tabellate» con onere della prova a carico del lavoratore.

I dati revisionati dalla letteratura internazionale appaiono tuttavia sostanzialmente indicativi della sussistenza di un'associazione, statisticamente ed epidemiologicamente significativa, tra disordini del collo o del tratto collo-spalla («neck pain», «neck-shoulder pain», «neck Msds») e certi fattori fisici correlati al lavoro, in presenza essenzialmente di elevati e prolungati livelli di esposizione e soprattutto del simultaneo intervento di diversi di tali fattori.

Si è già detto delle valutazioni del Niosh (1997) che individuano nelle attività ad elevata ripetitività, azioni di forza, posture fisse ed estreme i fattori di rischio lavorativi dei Msds del collo.

Ma non tutti i dati epidemiologici evidenziano risultati fra loro coerenti.

In alcune ricerche, infatti, mancano riferimenti a criteri standardizzati di diagnosi dei disordini muscolo-scheletrici e di accertamento del rischio, in altre per la valutazione dei disordini sono stati utilizzati solo i sintomi riferiti senza peraltro quantificarne l'intensità e la durata.

Così in parecchi studi la stima dell'esposizione è stata eseguita sulla scorta della sola qualifica professionale e/o dei dati riportati dal lavoratore, in molti non è stato considerato il dolore cervicale come parametro di valutazione ma una combinazione di dolore al collo e alla spalla.

Ariens *et al.* (2000), giudicando di scarso significato epidemiologico gli studi privi di una standardizzazione dell'esposizione e dei sintomi è giunto alla conclusione che non sussiste una sufficiente evidenza di associazione fra «dolori al collo» e movimenti di rotazione ed estensione del capo, forza e postura dell'arto superiore, vibrazioni e guida professionale dei veicoli.

La mancanza di una chiara relazione fra dolori al collo e rotazione del capo è stata ribadita in un secondo studio prospettivo condotto da Ariens e collaboratori (2001): questo sembrerebbe deporre per una relazione positiva fra il dolore cervicale e la posi-

zione seduta per oltre il 95% del tempo lavorativo e la flessione del collo ad un minimo di 20° per più del 70% del tempo lavorativo.

Nella citata revisione critica della letteratura condotta dal Niosh nel 1997 è stato ritenuto che i dati epidemiologici sono insufficienti per supportare una relazione fra i disordini al collo e le vibrazioni.

Gli studi precedentemente menzionati, del resto, non hanno fornito una sufficiente evidenza che la guida di veicoli possa provocare Msds al collo.

Circostanza che appare confermata da una ricerca condotta su un gruppo di conducenti di automezzi pesanti da ricercatori dell'Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Milano (1997). Da questa, infatti, non è emersa una prevalenza significativa di patologie a carico della colonna cervicale, così come degli altri tratti vertebrali, per gli esposti nelle diverse classi di età.

Così in un'indagine esperita dall'Unità di ricerca ergonomia della postura e del movimento (1986) su gruppi di lavoratori addetti alla guida di automezzi per la raccolta dei rifiuti, di autobus e di trattori agricoli, confrontando i dati con quelli emersi da un gruppo di non esposti, non sono emersi rapporti significativi per i disturbi al rachide cervicale.

La stessa circostanza che non siano state evidenziate associazioni fra la radicolopatia cervicale e l'attività lavorativa (Grieco *et al.*, 1998) sostanzialmente conferma l'assenza di un'evidente rapportabilità a questa di protrusioni discali e/o di processi produttivi osteofitosici.

Sulla base di tali premesse sono facilmente comprensibili le difficoltà di procedere ad un'esatta definizione diagnostica dei disordini cervicali correlati al lavoro e la necessità che in tale operazione si prescindano da facili deduzioni prive di supporto scientifico. Analogamente, al fine di evitare che dal punto di vista medico legale in questo ambito accertativo si verifichino impropri automatismi valutativi è opportuno procedere prescindendo da pregiudiziali scetticismi applicando, invece, un rigoroso processo metodologico con appropriato riferimento alle risultanze scientifiche.

Indispensabile, pertanto, eseguire un attento ed approfondito accertamento dei rischi lavorativi, verificandone frequenza, durata, intensità e ricordando che le associazioni più significative fra Msds e lavoro si sono osservate laddove vi è concomitante azione di più fattori fisici ed esposizioni per l'intero turno giornaliero.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla ricerca di momenti eziologici non correlabili al lavoro, pregressi o concomitanti, quali quelli di natura dismorfico-congenita, metabolica, traumatica, effettuando un'appropriata ponderazione dell'incidenza da questi avuta sul quadro clinico del lavoratore.

In conclusione, per affrontare in ambito medico-legale le difficoltà correlate alle non sempre concordanti informazioni emergenti dagli studi epidemiologici in ordine all'ef-

fettivo ruolo causale delle noxae lavorative nel determinismo delle patologie cervicali, è di fondamentale importanza un approccio rigoroso, ma non pregiudizialmente critico, per giungere a conclusioni quanto più sceve da approssimatismi valutativi ed, invece, coerenti con le evidenze scientifiche di volta in volta applicabili al caso concreto.

■ Bibliografia

Ariëns G., van Mechelen W., Bongers P.M., Bouter L.M., van der Wal G., *Physical risk factors for neck pain; Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 2000, 26 (1), pp. 7-19.

Ariëns G., Bongers P., Douwes M., Miedema M., Hoogendoorn W., van der Wal G., Bouter L., van Mechelen W., *Are neck flexion, neck rotation, and sitting at work risk factors for neck pain? Results of a prospective cohort study*, *Occup. Environ Med.*, 2001 march, 58(3), pp. 200-207.

Grieco A., Molteni G., De Vito G., Sias N., *Epidemiology of musculoskeletal disorders due to biomechanical overload*, *Ergonomics*, volume 41, Issue 9 september 1998, pp. 1253-1260.

Eurostat, *Work and Health in the EU: A statistical portrait*, Ufficio delle pubblicazioni delle Comunità europee, Lussemburgo, 2004.

Nicolini S., Bomba G., *Disordini muscolo scheletrici cervicali, sindrome occupazionale?*, in Atti IV Convegno nazionale di medicina legale previdenziale, 2004.

Dinamica, tipologia della lesione ed accertamenti strumentali in presenza di traumi indiretti della colonna cervicale, considerate eventuali preesistenze

di **Paolo B. Pascolo***

▼ Parte I

Sommario. Sono qui vagliati i fattori cardine che possono influenzare la risposta del rachide cervicale ad eventi potenzialmente traumatici riferibili alla classe dei fenomeni impulsivi. Lo studio, condotto nel dominio delle piccole perturbazioni, combina misure sperimentali in vivo e modelli bio-meccanici con i quali calibrare l'intensità della sollecitazione, la costituzione fisica del soggetto interessato e l'attività neuromuscolare in atto. Le misure confermano l'importanza di quest'ultima e suggeriscono l'applicabilità dei modelli a pendolo rovescio soltanto nei casi in cui si abbiano moti piccoli di estensione e moti medi di flessione. Fatti salvi di domini di validità, i modelli adottati sono risultati idonei a rappresentare anche il controllo esercitato dai muscoli cervicali, la non stazionarietà della componente visco-elastica (impedenza meccanica) di sistema e gli effetti di un controllore a retroazione ritardata. L'indagine altresì evidenzia la necessità di modellazioni più raffinate per specifici eventi lesivi quali quello del colpo di frusta; modellazioni che verranno trattate in un successivo lavoro.

■ Introduzione

I traumi indiretti della colonna cervicale

Il più comune trauma indiretto a carico della colonna cervicale è costituito dal colpo di frusta.

Si tratta di un evento traumatico che nella maggior parte dei casi insorge in seguito ad un brusco movimento del capo che supera i limiti fisiologici di escursione articolare, caratterizzato da una brusca iperflessione ed iperestensione del rachide stesso;

* Laboratorio di Bioingegneria Industriale-Diea, Università di Udine.

è tipico degli incidenti stradali, in particolare di quelli caratterizzati da un tamponamento tra autovetture, ma può essere riscontrato anche in eventi traumatici legati a gesti sportivi o ad incidenti di altra natura.

Nel complesso questa sollecitazione rapida ed intensa del rachide cervicale, con una serie di violente iperflessioni ed ipertensioni, è in grado di provocare delle lesioni a livello dei tessuti muscolo-scheletrici del collo, che possono andare da un semplice stiramento dei muscoli e dei legamenti cervico-nucali (che è quanto si verifica nella maggior parte dei colpi di frusta), fino allo strappo muscolare.

Mano a mano che l'entità del trauma aumenta però, le lesioni possono interessare anche il disco intervertebrale e le strutture adiacenti, con sintomatologia tipica caratterizzata da parestesie, brachialgie e pure sciatalgie (nel caso di interessamento anche del rachide lombare).

In casi particolarmente gravi si possono manifestare anche alterazioni della colonna con rotture ligamentose, erniazioni discali e fratture vertebrali.

I traumi meno gravi non vanno comunque sottovalutati in quanto le loro conseguenze negative si possono manifestare anche uno o due giorni dopo l'incidente, con comparsa di diffusa contrattura della muscolatura cervico-nucleare, dolore cervicale, ronzii alle orecchie, rigidità del collo, cefalee e limitazioni nei movimenti.

L'insieme di queste lesioni comporta una limitazione funzionale del rachide, di grado variabile a seconda dell'intensità del trauma, e che può riguardare i movimenti di estensione, flessione e rotazione del collo a seconda dei distretti muscolari più interessati dalla dinamica dell'incidente.

In genere un'approfondita anamnesi accompagnata ad un attento esame obiettivo del rachide cervicale sono sufficienti per la diagnosi di un trauma distorsivo a colpo di frusta, ma in alcune circostanze si possono eseguire anche alcuni accertamenti strumentali (Rx su tutti) al fine di poter meglio definire l'entità del quadro lesivo.

L'esame radiologico infatti permette di riconoscere una patologica rettilineizzazione del rachide cervicale oltre alla eventuale presenza di microlesioni ossee.

Va specificato come la presenza di eventuali alterazioni artrosiche pre-esistenti a carico del rachide cervicale può concorrere a peggiorare gli esiti di un trauma a colpo di frusta anche di lieve entità e questo aspetto deve sempre essere tenuto in considerazione a seconda che ci si trovi a valutare il trauma in un ambito di responsabilità civile o di infortunistica privata.

I modelli biomeccanici

Lo studio delle dinamiche distorsive al rachide cervicale attraverso modelli biomeccanici viene solitamente attuato mediante un drastico processo di semplificazione rispetto al-

la complessità intrinseca dei sistemi biologici ed in particolare della struttura neuro-muscolo-scheletrica cervicale. Le ragioni di queste semplificazioni sono le più svariate ma hanno un denominatore comune: la presunta necessità di una rappresentazione meramente «numerica» della problematica attraverso la quale a sua volta può essere semplificato sia il sistema diagnostico/riabilitativo (protocollo in funzione della gravità stimata numericamente), sia il sistema risarcitorio/compensatorio (punti di invalidità temporanea e/o permanente), ciò a valere essenzialmente per le compagnie assicurative. Sono conseguentemente entrati in uso modelli interpretativi di tipo spicciolo, comodi e facili da calcolarsi. Ne è un esempio il Nic (Neck Injury Criterion) utilizzato da una fetta non trascurabile di periti infortunistici, assicurativi, medici, per giungere alla classificazione dell'insulto traumatico mediante una espressione numerica effettivamente molto semplice. Il Nic ha il pregio «apparente» di utilizzare dati provenienti dall'evento reale che ha generato un colpo di frusta (accelerazioni, velocità, ecc.) e fornisce un numero che ha la solidità tipica dei numeri.

È invece evidente che l'insulto traumatico non è legato a semplici calcoli numerici, ma alla complessità e configurazione anatomico-funzionale del singolo soggetto nella contingenza del fenomeno insultante.

Da questo punto di vista la classificazione Wad (Whiplash Associated Disorders) con le sue specifiche cliniche e patologiche, rappresenta un punto di riferimento per gli studiosi del settore; è interessante anche la classificazione Qtf di origine clinica che si basa sui disturbi associati al colpo di frusta cervicale. Quest'ultima è suddivisa in gradi: con il grado nullo (0) si definisce il trauma ove non vi è sintomatologia soggettiva e obiettività clinica, si ha al grado I cervicalgia, rigidità o iperestesia del collo, al II cervicalgia e segni muscolo-scheletrici (riduzione della articolarietà e presenza di punti di dolorabilità-iperestesia), segue il grado III con cervicalgia con segni obiettivi muscolo-scheletrici ed interessamento neurologico periferico (riflessi osteotendinei diminuiti o assenti, ipostenia muscolare, deficit sensitivi) ed infine il IV grado ove si ha cervicalgia con segni clinici di frattura e/o lussazione (impotenza funzionale).

Prima di affrontare la questione del meccanismo di formazione della lesione, nei casi in cui non si abbia il collasso strutturale del sistema muscolo-scheletrico (Qtf IV) è opportuno esaminare i lavori degli studiosi che ci hanno preceduto in questo arduo lavoro.

Un primo sforzo interpretativo si deve a McNab [1] il quale associò i traumi ad iper-estensione del collo. Successivamente, Grauer *et al.* [2] evidenziarono come la fase di iper-estensione sia generalmente preceduta da un'altra, dalla durata di circa 100 ms, durante la quale il rachide assume la più pericolosa configurazione ad «S» caratterizzata da iperestensione del tratto inferiore ed iperflessione di quello superiore. Kaneoka *et al.* [3] confermarono l'insorgere della configurazione ad «S» e, tramite cineradiografia, le associarono ipero-estensioni di C5, causa a loro volta del possibile impatto tra le faccette articolari di C5 e C6.

A fronte di questi sviluppi, è tuttora controversa l'influenza del sistema neuromuscolare cervicale, come esposto da Siegmund *et al.* [4]. In effetti, già nel 1955 Severy *et al.* [5] osservarono sperimentalmente la riduzione delle accelerazioni al capo in condizioni di forte contrazione muscolare; eppure, ricerche successive hanno fornito di volta in volta indicazioni contrastanti, in particolare per quanto attiene ai tempi fisiologici richiesti dall'esplinarsi della risposta muscolare in rapporto ai tempi, brevissimi, della perturbazione.

In questo lavoro, la questione del controllo neurologico è stata ripresa ed affrontata per via sperimentale. Più in dettaglio, l'indagine è stata condotta lungo due direttrici. Da una parte, le prove sono state pianificate considerando diversi livelli del tono muscolare di fondo cercando di evidenziare l'eventuale correlazione tra contrazione muscolare iniziale e risposta del sistema; dall'altra, le misure sono state poste a confronto con simulazioni rese da modelli controllistici con l'intento di verificare per via numerica l'effettivo impatto del sottosistema di controllo.

A fronte della complessità del fenomeno, Atapourfard *et al.* [6] proposero, per altri scopi, un modello a pendolo inverso del sistema testa-collo. Lo schema era caratterizzato da parametri meccanici tempo-dipendenti, potenzialmente in grado, cioè, di simulare gli effetti di un sistema neuromuscolare cervicale attivo. Quel modello è stato qui ripreso e rivisitato criticamente. Successivamente ne è stato introdotto uno sviluppo in termini di pendolo rovescio a parametri tempo-invarianti ma corredato di controllo retroazionato.

Si osserva come la classe dei modelli a pendolo non sia idonea a rappresentare la configurazione ad «S» tipica del colpo di frusta ma presenta l'indubbio vantaggio di isolare gli aspetti controllistici in vista di modellazioni più raffinate caratterizzate da un numero superiore di gradi di libertà.

■ Risposta impulsiva sperimentale del rachide cervicale

I rilievi sperimentali hanno avuto per oggetto la risposta del rachide cervicale a perturbazioni impulsive di moderata intensità.

Ciascun individuo è stato osservato sotto tre distinte condizioni di attenzione, rispettivamente soggetto rilassato ad occhi chiusi, non allertato (classe 1), soggetto in lettura attenta, non allertato (classe 2) e soggetto con muscolatura cervicale contratta, allertato (classe 3). Quest'ultima condizione è stata ottenuta facendo assumere alle mani del volontario una presa reciproca con le dita lunghe esercitanti una trazione di tipo isometrico, la cosiddetta manovra di Jendrassik (figura 1). Essa, pur non consentendo il raggiungimento dell'attivazione massimale per i muscoli del collo, ha il pregio di normalizzare le prove. In figura 2 è riportato un esempio di misura accelerometrica.

Una prima serie di rilievi sperimentali ha interessato una popolazione di 25 soggetti sani

di età compresa tra i 20 ed i 25 anni, sollecitati da tergo in corrispondenza delle spalle; la risposta è stata misurata attraverso un accelerometro posto alla sommità della calotta cranica ed un altro ancorato alla sommità del tronco del volontario.

Le tabelle 1 e 2 riassumono i risultati sperimentali, rappresentati anche in figura 3 e figura 4. Le misure correlano statisticamente il livello d'attenzione del soggetto con il ritardo di fase tra accelerazione del tronco ed accelerazione della testa, nel senso che all'aumentare del primo diminuisce il secondo. Coerentemente, l'analisi spettrale dei tracciati accelerometrici evidenzia, all'aumentare dell'attenzione, significativi incrementi di rigidezza del collo, come risulta dall'aumento della frequenza propria del sistema.

TABELLA 1. PROVE IMPULSIVE DA TERGO I: VALORI MEDI IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE

Grandezza misurata	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Ritardo di fase tra tronco e testa (ms)	9.2	7.6	5.7
Frequenza di oscillazione alla testa (Hz)	2.1	6.3	14.8

TABELLA 2. PROVE IMPULSIVE DA TERGO I: DEVIAZIONI STANDARD IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE

Grandezza misurata	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Ritardo di fase tra tronco e testa (ms)	6.8	4.3	5.5
Frequenza di oscillazione alla testa (Hz)	0.9	2.9	9.0

Le misure sono affette da elevata variabilità. A titolo d'esempio, la frequenza di oscillazione del capo nel corso della manovra di Jendrassik varia da 4.0 a 50.0 Hz a seconda del soggetto osservato (la frequenza più elevata qui riportata è relativa ad un atleta pugile). Appare quindi già evidente come ogni eventuale tentativo di modellazione quantitativa del fenomeno non possa prescindere da una attenta calibrazione sulle caratteristiche individuali. Una seconda serie di rilievi sperimentali ha interessato una popolazione di 30 soggetti sani di età compresa tra i 20 ed i 25 anni, sollecitati meccanicamente alle spalle da tergo per mezzo di un pendolo da 1.5 kg/0.65 m; la risposta è stata misurata attraverso un accelerometro posto alla sommità della calotta cranica ed un altro ancorato alla base del collo del volontario (le prove sono state ripetute isolando acusticamente i soggetti mediante cuffie con lieve sottofondo musicale e, limitatamente alle prove in classe 1).

Le tabelle 1 e 2 riassumono i risultati sperimentali, rappresentati anche in figura 5. L'attenzione va qui indirizzata alla forma del transitorio, laddove si individuano un primo semi-ciclo a maggiore frequenza (tipico dell'effetto proprio della sollecitazione esterna) ed una seconda fase a minore frequenza (associabile agli aggiustamenti post-impatto).

TABELLA 3. PROVE IMPULSIVE DA TERGO II: VALORI MEDI IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE

Grandezza misurata	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Ritardo di fase tra tronco e testa (ms)	9.3	6.6	5.2
Pseudo-frequenza primo semi-periodo (Hz)	10.8	12.7	17.0
Pseudo-frequenza primo periodo (Hz)	4.4	7.9	16.0

TABELLA 4. PROVE IMPULSIVE DA TERGO II: DEVIAZIONI STANDARD IN FUNZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE

Grandezza misurata	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Ritardo di fase tra tronco e testa (ms)	6.4	5.3	4.8
Pseudo-frequenza primo semi-periodo (Hz)	2.4	2.4	5.7
Pseudo-frequenza primo periodo (Hz)	2.3	5.3	6.0

Con l'intento di estendere quanto sin qui ottenuto anche al caso di oscillazioni di grande ampiezza, sono state successivamente eseguite misure supplementari ispirate direttamente alla casistica stradale.

In via preliminare, apposite riprese cineradiografiche hanno permesso di ricostruire la cinematica del rachide cervicale durante semplici esercizi di flessione ed estensione (figura 6). Lo studio ha evidenziato come i moti di flessione, a differenza di quelli di estensione, possano essere assimilati a rotazione rigida del collo anche per spostamenti di una certa importanza (figura 7). I conseguenti vantaggi in termini di modellazione del fenomeno, unitamente ad ovvie considerazioni di sicurezza, hanno pertanto suggerito di indirizzare le misure successive al solo caso di flessione.

Una prima serie di prove è stata eseguita a bordo di un autoveicolo sottoposto a manovre di brusca frenata. Nel corso dei rilievi, i volontari erano strumentati per mezzo di un accelerometro al capo, un accelerometro al busto ed un goniometro potenziometrico, provvisto di cinematismo a glifo, atto a misurare le rotazioni della testa (figura 8). Le misure hanno confermato l'importanza assunta dal livello di attenzione sulla risposta dinamica del rachide; in particolare, si riporta come la misura goniometrica media sia passata da $40\div 45^\circ$ in condizioni non attente ed occhi chiusi a soli $13\div 15^\circ$ nel caso di muscoli cervicali preventivamente contratti.

Un'ulteriore serie di prove è stata condotta presso l'*Automotive Safety Center* di Pavia ed ha investigato il caso di urti frontali a moderata velocità. In dettaglio, alcuni volontari sono stati fatti sistemare su di un'apposita slitta portata ad una velocità di impatto pari a 8 km/h. Le misure sono state condotte mediante strumentazione analoga a quella già utilizzata per le prove su autoveicolo, rispetto alle quali sono stati ottenuti risultati del tutto simili.

■ Modello a pendolo rovescio e viscoelasticità adattiva

Come visto, i piccoli moti di estensione ed i moti medi di flessione sono assimilabili a rotazione rigida dell'intero rachide cervicale: nel piano sagittale ne è pertanto ragionevole la rappresentazione in termini di pendolo rovescio.

Tenuto conto della rapidità degli eventi impulsivi sotto esame, sono state trascurate le rotazioni relative tra testa e collo, ciò che ha permesso di modellare il capo ed il rachide con un unico elemento incernierato alla base. A sua volta, la cerniera, rappresentativa dell'intero tronco, è stata costretta a traslazioni orizzontali imposte dall'esterno.

Le caratteristiche viscoelastiche del collo sono state concentrate alla base del pendolo per mezzo di una molla lineare e di uno smorzatore viscoso, ambedue rotazionali (figura 9). Sotto queste assunzioni, vale l'equazione di moto:

$$(M L^2 + J) \ddot{\theta} + C \dot{\theta} + K \theta = -M L \ddot{u} + M g L \sin \theta \quad (1)$$

nella quale q è il grado di libertà rotazionale, u è lo spostamento imposto alla base, M è la massa del capo, stimata in 3.5 kg, J è il momento d'inerzia del medesimo, calcolato nell'ipotesi di raggio medio pari a 0.15 m, L è la lunghezza del collo, stimata in 0.20 m, g è l'accelerazione di gravità e K e C sono rispettivamente la rigidità e lo smorzamento alla base. Per la determinazione di questi due parametri ci si è riferiti alla risposta dinamica sperimentale del sistema (frequenza naturale e tempo di decadimento delle piccole oscillazioni).

Prove preliminari hanno evidenziato come, nell'ipotesi di tempo-invarianza dei parametri K e C , il modello a pendolo rovescio appena descritto non sia in grado di descrivere correttamente l'intero transitorio. In analogia a quanto proposto da Atapourfard *et al.* [6], pertanto, la risposta all'evento impulsivo è stata convenzionalmente frazionata in una sequenza di fasi, ciascuna delle quali caratterizzata da un valore costante di rigidità e smorzamento. Le transizioni di fasi sono state fatte coincidere con gli zeri e con i punti estremi della velocità angolare misurata.

In tabella 5 è esemplificata l'evoluzione adattiva dei parametri viscolastici necessaria per simulare una tipica risposta sperimentale (figura 10).

L'esempio riportato evidenzia come il transitorio sperimentale possa essere ricostruito solo ammettendo un significativo incremento della rigidità e della viscosità del collo equivalente negli istanti successivi all'urto. Poiché nella realtà l'irrigidimento è imputabile alla sola attivazione muscolare, la dinamica dei parametri viscoelastici è stata interpretata in termini di risposta neuromuscolare all'evento impulsivo.

TABELLA 5. TRANSITORIO E VISCOELASTICITÀ ADATTIVA NEL MODELLO A PENDOLO ROVESCIO

Parametro	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Durata (ms)	142.9	178.6	214.3	∞
Rigidezza equivalente K (N m/rad)	18.0	26.0	24.0	30.0
Smorzamento equivalente C (N m s/rad)	0.2	1.8.	2.4	3.8

Si riporta, altresì, come le simulazioni abbiano ulteriormente confermato l'importanza del tono muscolare di fondo, ottenendosi rigidzze iniziali più elevate nelle simulazioni su soggetti attenti che in quelle su soggetti ad occhi chiusi e non allertati.

Il modello di Atapourfard *et al.* [6], benché idoneo alla simulazione dei casi considerati, non si presta ad un impiego generalizzato in ragione della sua natura «passiva» che richiede, tra l'altro, l'individuazione della sequenza temporale sui cui frazionare l'intero transitorio e la stima, fase per fase, dei parametri viscoelastici locali.

■ Modello a pendolo rovescio con controllore retroazionato ritardato

Nell'intento di ovviare ai limiti del modello a pendolo rovescio di cui alla sezione precedente ne è stato proposto un miglioramento, integrandone gli elementi viscoelastici passivi, ora a valori costanti, con un controllore retroazionato, l'uso del quale è anche suggerito dalla natura plurima dei sistemi di controllo neurologici.

Al controllore sono state associate, come variabili di ingresso, la rotazione e la velocità angolare del capo. Questa scelta ha consentito di simulare l'azione muscolare in coerenza al comportamento naturale, ben sintetizzato dal modello di Hill [7], e governato oltre che dai parametri fisiologici del muscolo e dal livello di attivazione neurologica impressa, anche dalla elongazione muscolare e dalla velocità di contrazione. Va notato come, poiché la fisiologia dei tessuti muscolari è nota, o perlomeno assegnabile, a priori, e la cinematica dei muscoli consegue da quella dell'intero modello, l'applicazione del modello di Hill abbia consentito di caratterizzare il controllo nei termini della sola attivazione muscolare.

L'uscita controllistica è stata espressa in termini di forza, da esercitarsi per mezzo di un attuatore disposto in corrispondenza del collo, a rappresentare l'intera muscolatura cervicale (agonista-antagonista; cfr. figura 11). Si evidenzia come l'attuatore produca un'azione equivalente a quella dei muscoli dominanti, senza peraltro volerne mimare l'esatta conformazione anatomica.

A riposo, la configurazione del sistema implica un'eccentricità tra centro di massa della testa e linea d'azione dell'attuatore: per questo motivo l'equilibrio posturale è stato ottenuto bilanciando gli elementi passivi ed il controllore in modo da permettere il manteni-

mento della stazione eretta in condizioni non perturbate, così da simulare l'azione del tono muscolare di fondo.

Per la simulazione delle risposte impulsive, invece, il controllore, è stato configurato in modo da poter riprodurre il ritardo neuromuscolare (retroazione ritardata).

Il modello ha permesso di ricostruire numericamente le risposte sperimentali. Per ottenere pratica coincidenza è stata richiesta unicamente la stima del ritardo di attuazione. Un esempio di simulazione è riportato in figura 12 ove sono rappresentati rispettivamente il segnale di ingresso (accelerazione misurata al busto), il livello di attivazione muscolare necessario per la ricostruzione del moto e le rotazioni del collo, sia misurate che simulate. La figura evidenzia un ritardo di circa 100 ms tra picco di accelerazione alla base e picco di attivazione muscolare.

■ Conclusioni

L'indagine ha evidenziato l'importanza del tono muscolare di fondo nella risposta impulsiva del rachide cervicale. Lo studio è stato indirizzato al caso dei piccoli moti di estensione e dei moti medi di flessione, gli unici per i quali si sia potuto condurre in sicurezza un rilevante numero di prove sperimentali in vivo. In questi casi è stata altresì verificata la possibilità di modellare gli effetti della risposta neuromuscolare con semplici modelli del collo ad un grado di libertà.

Tra i risultati conseguiti vengono citati due che si ritiene particolarmente significativi. In primo luogo, nelle misure sperimentali è stata osservata una forte variabilità su base individuale. Questo richiede, nelle simulazioni, un'attenta scelta dei parametri in gioco, siano essi di natura geometrica o materiale che legati alla reattività neuromuscolare del soggetto e al livello di attenzione.

In secondo luogo, le misure sperimentali hanno evidenziato un intervento ritardato del sistema neuromuscolare, con tempi di risposta complessivi, variabili dai 40 ai 100 ms, coerenti con quanto riscontrabile in letteratura [4]. In proposito, l'impiego di un controllore tradizionale non ritardato si è rivelato inidoneo alla corretta riproduzione della dinamica cervicale. Se ne è tenuto conto traslando nel tempo l'istante iniziale di intervento del controllo stesso.

I risultati ottenuti sono considerati propedeutici per schematizzazioni più complesse del rachide cervicale, idonee, tra l'altro, alla ricostruzione della configurazione ad «S» tipica del colpo di frusta e nelle quali non solo i singoli elementi passivi ma anche gli stessi muscoli possano essere adeguatamente rappresentati, assieme al rispettivo sistema di attivazione ritardata.

■ Bibliografia

- [1] McNab I. (1982), *Acceleration extension injuries of the cervical spine*, in Rothman R.H., Simeone F.A., *The Spine*, ed. 2, Philadelphia Wb Saunders, vol. 2, 648.
- [2] Grauer J.N., Panjabi M.M., Cholewicki J., Nibu K., Dvorak J., (1997), *Whiplash produces an S-shaped curvature of the neck with hyperextension at lower levels*, *Spine*, 22, 2489.
- [3] Kaneoka K., Ono K., Inami S., Hayashi K. (1999), *Motion analysis of cervical vertebrae during whiplash loading*, *Spine*, 24, 763.
- [4] Siegmund G.P., Brault J.R., Chimich D.D. (2002), *Do cervical muscles play a role in whiplash injury*, *J Whiplash Rel Dis*, vol.1.
- [5] Severy D.M., Mathewson D.M., Bechtol C.O. (1955), *Controlled automobile rear-end collisions. An investigation of related engineering and medical phenomena*, *Can Serv Med. J.*, 11, 727.
- [6] Atapourfard M., Hayashi T., Inooka H. (2001), *Identification of head-neck parameters in the seated human body exposed to horizontal vibration*, *Comp Simul Biomech*, 91.
- [7] Hill A.V. (1938), *The heat of shortening and the dynamic constants of muscle*, in *Proceedings of the Royal Society*.

FIGURA 1. PROVA IMPULSIVA SU SOGGETTO INTENTO NELLA MANOVRA DI JENDRASSIK (V. PENDOLO A DX E I DUE ACCELEROMETRI SOMMITÀ DEL CAPO E SPALLA)



FIGURA 2. ESEMPIO DI ACCELERAZIONE MISURATA AL CAPO (IN ALTO) ED AL BUSTO (IN BASSO)

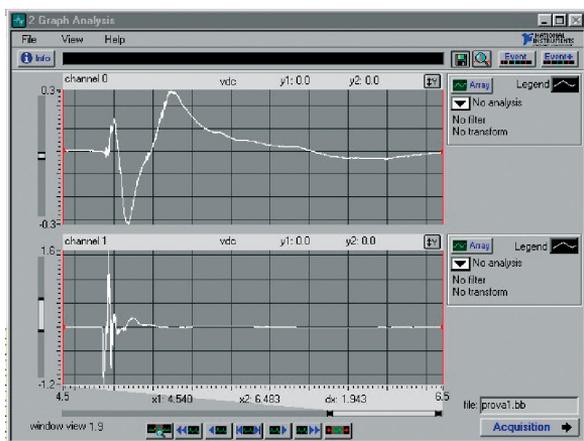


FIGURA 3. RITARDO TRA ACCELERAZIONE MASSIMA AL COLLO ED ALLA TESTA (VALORE SPERIMENTALE MEDIO)

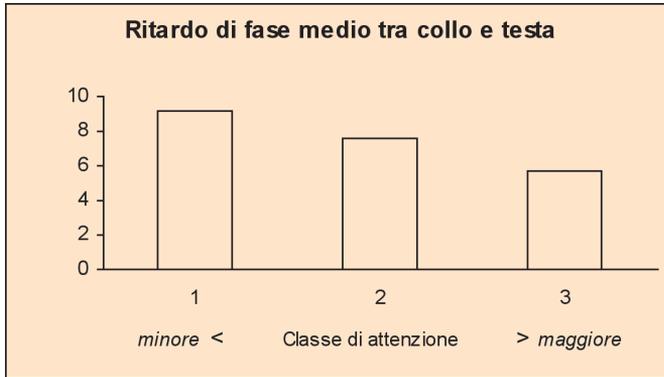


FIGURA 4. FREQUENZA DI OSCILLAZIONE DELLA TESTA (VALORE SPERIMENTALE MEDIO)

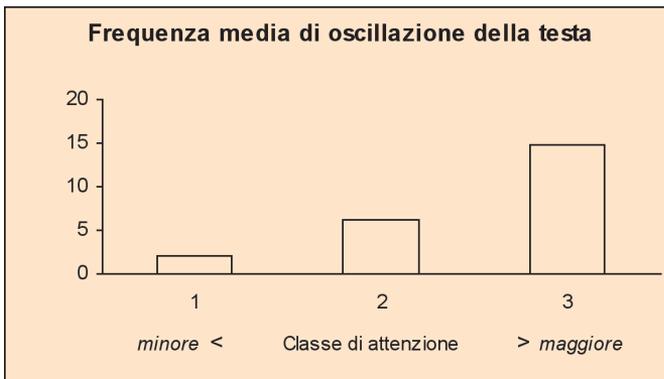


FIGURA 5. DINAMICA COLLO-TESTA

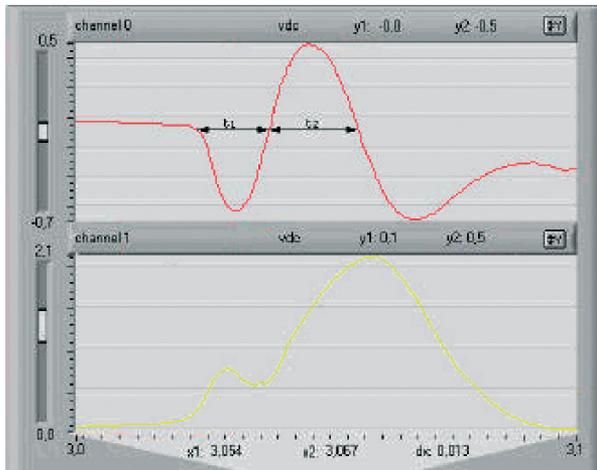


FIGURA 6. FOTOGRAMMA TRATTO DA RIPRESA CINERADIOGRAFICA



FIGURA 7. FLESSIONE CERVICALE: CINEMATICA DELLE SINGOLE VERTEBRE (DA CINERADIOGRAFIA)

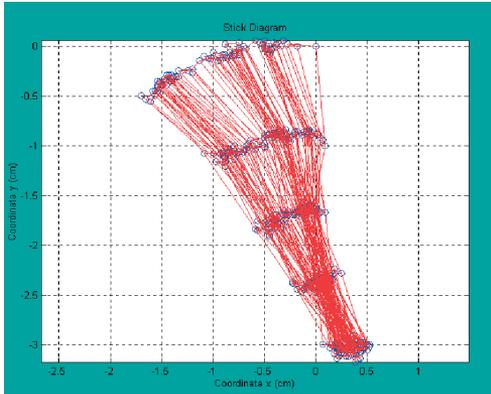


FIGURA 8. VOLONTARIO STRUMENTATO. SI NOTI IL TRASDUTTORE GONIOMETRICO (CON GLIFO)



FIGURA 9. MODELLO A VISCOELASTICITÀ CONCENTRATA

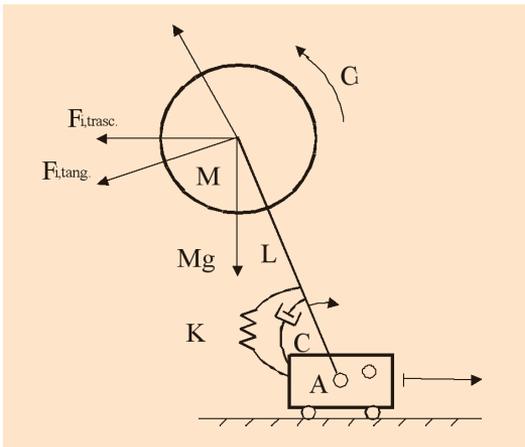


FIGURA 10. ESEMPIO DI SIMULAZIONE CON MODELLO A VISCOELASTICITÀ CONCENTRATA. LINEA CONTINUA: TRACCIATO SPERIMENTALE; LINEA TRATTEGGIATA: TRACCIATO SIMULATO

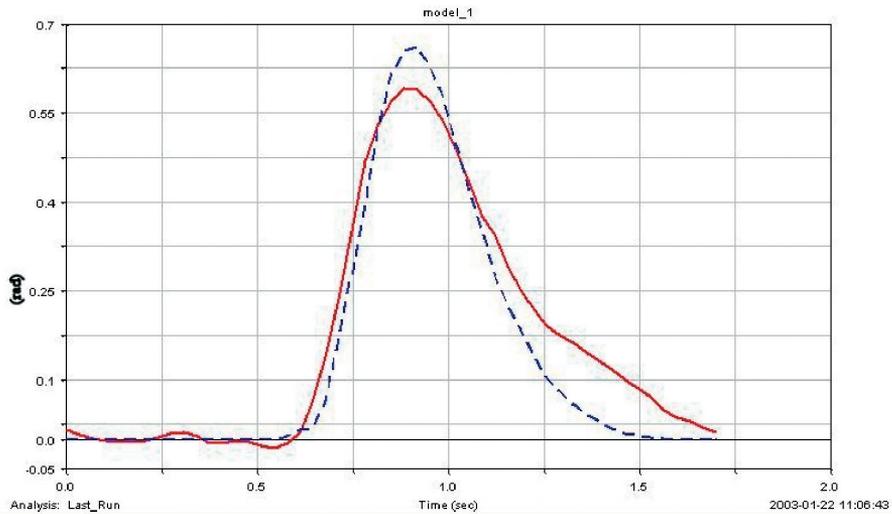


FIGURA 11. MODELLO RETROAZIONATO CON ATTUATORE EQUIVALENTE

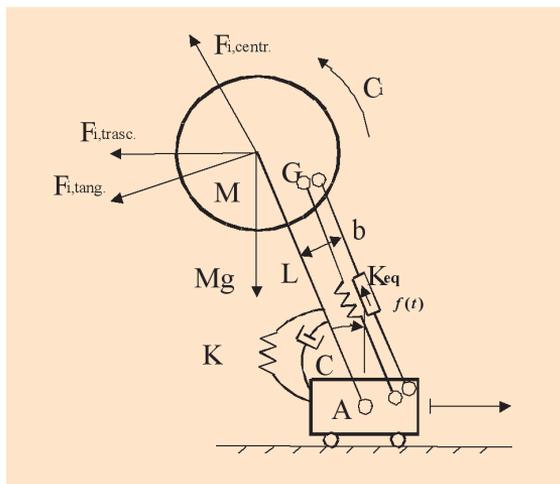
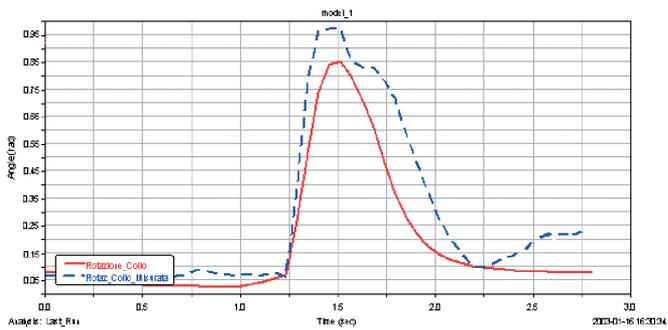
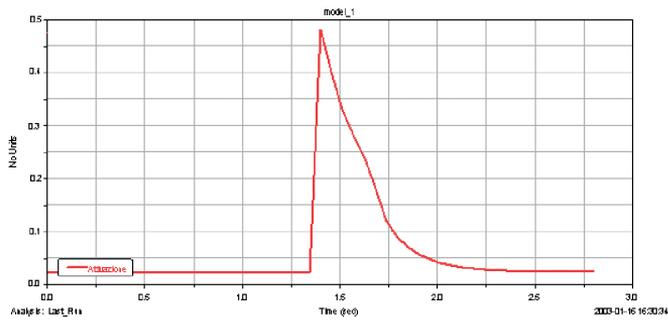
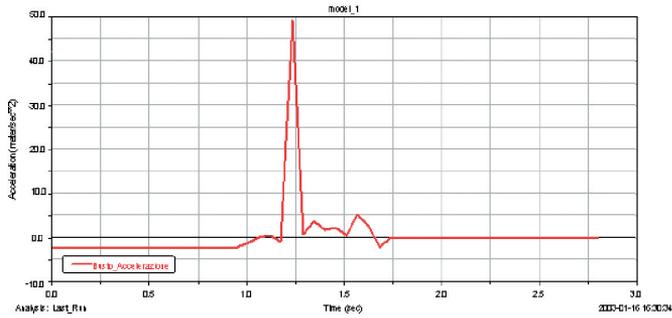


FIGURA 12. SIMULAZIONE:
A) ACCELERAZIONE IMPRESSA (INGRESSO); B) ATTIVAZIONE ESPRESSA DAL SISTEMA DI CONTROLLO;
C) ROTAZIONE SIMULATA (LINEA CONTINUA) E MISURATA (LINEA TRATTEGGIATA)



▼ Parte II

Sommario. *La non linearità meccanica che caratterizza la dinamica del colpo di frusta è affrontata numericamente per mezzo di modelli multibody del rachide cervicale nei quali le singole vertebre sono rappresentate mediante corpi rigidi connessi a molle, smorzatori ed attuatori atti a descrivere i tessuti molli circostanti. L'approccio seguito appare idoneo a riprodurre la tipica cinematica del fenomeno, caratterizzata dall'insorgere della configurazione spinale ad «S» e dall'avvicinamento delle faccette articolari di C5 e C6. Per altro verso, la possibilità di modulare le simulazioni attraverso il controllo neuromuscolare consente di valutare specificatamente l'impatto di quest'ultimo e risulta offrire uno strumento virtuale in grado di esplorare scenari preclusi alla pratica sperimentale corrente.*

■ Introduzione

L'interpretazione del fenomeno del colpo di frusta presuppone la sintesi di conoscenze afferenti a discipline distinte e di cui la biomeccanica è quella di riferimento per il presente lavoro. In questo senso, il rachide cervicale è qui analizzato come sistema flessibile non lineare del quale interessa caratterizzare la risposta impulsiva a sollecitazioni esterne.

Sotto questa premessa, da tempo il fenomeno è oggetto di studio ma manca tuttora una comprensione fine delle interazioni tra i principali fattori in gioco.

Grauer *et al.* [1] studiarono in vitro alcuni campioni spinali ottenuti da cadaveri umani e sottoposti a forti perturbazioni impulsive da tergo; nel corso delle misure essi rilevarono come, negli istanti immediatamente successivi all'urto, il rachide assuma una deformata ad «S» nella quale il tratto inferiore è sollecitato ad iperestensione e quello superiore ad iperflessione. Tale configurazione è causata dalla differenza di fase tra l'avanzamento del tronco, pressoché istantaneo, e quello della testa, ritardato dagli effetti inerziali. Solo nel seguito, mano a mano che la perturbazione si propaga lungo il rachide, quest'ultimo viene sollecitato interamente ad iperestensione fino al richiamo in avanti della testa. Nella fase successiva l'eventuale vincolo fornito dalle cinture di sicurezza può trattenere il tronco, inducendo una nuova configurazione spinale, questa volta di completa iperflessione.

Kaneoka *et al.* [2] verificarono tramite cineradiografia l'instaurarsi della deformata ad «S» e ne evidenziarono l'eccesso di curvatura spinale indotta. In particolare, osservarono rotazioni elevate di C5, tali da accentuare il rischio di impatto tra le faccette articolari di C5 e C6.

Indipendentemente dal tipo di lesione ai tessuti molli considerato, emerge evidente l'importanza di una descrizione corretta della dinamica spinale. Questo lavoro inten-

de fornire un contributo affrontando il problema per via numerica. L'idea è quella di rappresentare il rachide cervicale secondo uno schema *multibody* nel quale le singole vertebre siano descritte in termini di corpi rigidi, delegando ad apposite molle e smorzatori la rappresentazione dei tessuti molli.

L'approccio rappresenta un notevole passo avanti rispetto ai semplici modelli a pendolo rovescio del collo, inadatti a descrivere la deformata ad «S» (Atapourfard *et al.* [3]), ma richiede una puntuale descrizione dei singoli elementi del rachide, sia dal punto di vista della geometria che delle proprietà viscoelastiche del materiale intervertebrale.

Un importante lavoro di caratterizzazione meccanica dei tessuti spinali si deve a Moroney *et al.* [4]. Essi sottoposero a prove di carico 35 provini, ciascuno dei quali costituito da una coppia di vertebre adiacenti e dai relativi tessuti intervertebrali, ottenuti da cadaveri di soggetti adulti. Allo scopo di determinarne le curve carico-spostamento, i segmenti, scelti tra quelli rappresentativi l'intero rachide, furono sottoposti a prove di compressione, taglio, flessione, estensione, flessione laterale e torsione. Le misure furono condotte sia su provini integri (*segmenti completi*) che su campioni privi dei tessuti intervertebrali posteriori (*segmenti disco*), in quest'ultimo caso al fine di evidenziare le caratteristiche dei soli dischi intervertebrali. Oltre alla comparsa di un accoppiamento tra moti su piani diversi, lo studio mise in luce l'esistenza di una soglia di carico al di sotto della quale la rigidità dei tessuti intervertebrali può essere trascurata (zona neutra NZ). Un altro risultato notevole fu l'osservazione di una riduzione della rigidità assiale di circa il 50%, passando dalle misure sui segmenti completi a quelle sui segmenti disco.

Panjabi *et al.* [5] condussero prove su 16 parti di rachide costituita ciascuna da più segmenti elementari (1 tratto C0-C5, 5 tratti C0-C6, 2 tratti C0-C7 ed 8 tratti C2-C7). Definito un sistema di riferimento fisso, i provini furono sottoposti a momenti puri sui tre assi, nei due sensi. Gli spostamenti indotti furono misurati tramite fotogrammetria ed anche in questo caso si osservò la comparsa di accoppiamento tra i moti. Per una stima delle rigidità i carichi furono applicati in maniera incrementale.

La traduzione di questi ed altri risultati di laboratorio in parametri utilizzabili in modelli numerici richiede particolare attenzione, anche alla luce dell'importanza delle tecniche sperimentali di volta in volta seguite. In questo senso, utili indicazioni sono fornite da De Jager [6].

Sigmund *et al.* [7] indagarono sistematicamente le regioni anatomiche del collo potenzialmente affette da danno (faccette, legamenti, dischi intervertebrali, arterie vertebrali, gangli dorsali e muscoli), evidenziandone gli aspetti clinici, anatomici, biomeccanici e di tolleranza con l'esplicito intento propedeutico a successive ricerche mirate alla comprensione del fenomeno.

Chen *et al.* [8], alla luce di uno studio biomeccanico su dati sperimentali in vivo e su cadaveri (e che ha confermato ulteriormente la comparsa della deformata ad «S») hanno recentemente avvalorato l'ipotesi che l'origine del dolore al collo possa sorgere da un eccesso di deformazione a livello delle facette.

Un inquadramento multidisciplinare del problema può infine essere delineato in [9].

■ Il modello *multibody* del rachide cervicale

Lo studio ha considerato unicamente moti di flessione ed estensione, ciò che ha permesso lo sviluppo di un modello piano in luogo di uno tridimensionale.

L'attenzione iniziale è stata indirizzata all'unità spinale elementare, costituita da due vertebre adiacenti e dai tessuti tra esse compresi (legamenti, dischi intervertebrali ed altri tessuti molli).

Dapprima, la geometria tridimensionale di ciascuna vertebra è stata ricostruita secondo quanto indicato da Kapandji [10]; quindi, essa è stata proiettata ortogonalmente sul piano sagittale in modo da definire il contorno del corpo rigido piano rappresentativo della vertebra stessa. Questa procedura ha consentito di descrivere anche l'ingombro delle faccette articolari, ubicate esternamente al piano sagittale centrale.

I tessuti intervertebrali sono stati modellati con molle e smorzatori. Le proprietà elastiche sono state stimate a partire dalle misure effettuate da Moroney. Più in dettaglio, l'identificazione delle rigidità è stata affidata ad una procedura numerica tesa a minimizzare l'errore tra dato sperimentale e simulazione numerica, a partire da stime di primo tentativo sui parametri.

Inizialmente sono stati considerati i soli risultati sperimentali relativi ai segmenti disco (quelli cioè condotti su provini privati dei tessuti intervertebrali posteriori). Questi sono stati alla fine riprodotti grazie all'applicazione tra le vertebre di due molle orizzontali ($K_{\text{tot}} = 60 \text{ N/mm}$, a rappresentare la rigidità a taglio) e tre molle verticali, una centrale da 200 N/mm e due laterali da 150 N/mm (a rappresentare la rigidità assiale ed a flessione ed estensione, tenuto anche conto della presenza del nucleo del disco intervertebrale).

In parallelo alle molle sono stati introdotti alcuni smorzatori viscosi, per la cui determinazione ci si è riferiti alle indicazioni rese da De Jager; in questo lavoro sono stati applicati 2 elementi orizzontali ($C = 0.3 \text{ N s/mm}$) e tre verticali ($C = 0.8 \text{ N s/mm}$ al centro e $C = 0.5 \text{ N s/mm}$ ai lati). Un esempio di segmento disco compreso tra due vertebre è riportato in figura 1.

Successivamente, sono stati considerati i risultati ottenuti da Moroney anche nelle prove sui segmenti completi. In questo caso le informazioni sperimentali sono state im-

piegate nella determinazione, per differenza, delle proprietà viscoelastiche dei tessuti intervertebrali posteriori. In sintesi, la riproduzione dei cicli di carico sperimentali ha richiesto l'introduzione, in corrispondenza delle faccette articolari, di una molla e di uno smorzatore orizzontale e di un'analoga coppia verticale (figura 2).

L'assemblaggio delle singole unità spinali, come pure il posizionamento dei componenti viscoelastici, richiede il rispetto di precisi vincoli sulla posizione dei centri di istantanea rotazione (Cir) delle singole vertebre. La pratica radiologica (Van Mameren H.V. *et al.*, [11]) evidenzia come l'ubicazione relativa dei Cir muti poco passando da massima estensione a massima flessione, nel senso che il centro di rotazione di ciascuna vertebra cade sempre in prossimità della superficie superiore della vertebra sottostante. V'è invece differenza da vertebra a vertebra, tale che il Cir relativo trasla verso il basso ed all'indietro mano a mano che ci si sposti dalle vertebre inferiori a quelle superiori (figura 3).

Sulla base delle risultanze sperimentali, in questo lavoro è stato determinato per via grafica il Cir di ciascuna delle vertebre del rachide cervicale (figura 4); successivamente, sotto l'ipotesi di tempo-invarianza dei Cir relativi, sono state eseguite apposite simulazioni sui singoli segmenti spinali al fine di individuare la posizione esatta degli elementi viscoelastici.

L'intero rachide cervicale, inteso come assemblaggio dei singoli segmenti, è stato infine sottoposto ad ulteriore calibrazione e validazione sulla base sia dei rilievi sperimentali di Panjabi che della cinematica attesa per i Cir. In merito a quest'ultimo aspetto, sono state condotte specifiche simulazioni del moto di caduta in avanti del capo, rappresentato mediante un corpo rigido piano antropomorfo vincolato mediante elementi viscoelastici alla sommità del rachide stesso.

■ Simulazioni nel dominio delle piccole oscillazioni

Il modello introdotto alla sezione precedente è costituito da vertebre e tessuti intervertebrali virtuali ma non rappresenta alcuna parte del sistema muscolare cervicale.

Per colmare la lacuna, è stato preliminarmente considerato il caso dei piccoli moti oscillatori, nei quali un ruolo predominante è svolto dal tono muscolare di fondo. Inizialmente è stato studiato il transitorio necessario al raggiungimento della stazione eretta a partire da una configurazione di equilibrio statico leggermente perturbato. Allo scopo, sono state eseguite delle specifiche prove sperimentali su soggetti seduti, rilassati e ad occhi chiusi in modo da minimizzare il tono muscolare. Le osservazioni hanno suggerito come, sotto queste condizioni, il controllo neuromuscolare possa essere considerato del tipo ad anello aperto con effetti analoghi a quelli attribuibili alla presenza di molle e smorzatori tempo-invarianti.

Su questa base, il modello *multibody* è stato arricchito con appositi elementi viscoelastici intervertebrali, non strettamente anatomici ma comunque funzionali alla simulazione dei moti osservati sperimentalmente (figura 5). Nel dettaglio, il raggiungimento dell'equilibrio statico finale è stato correttamente simulato con un'unica oscillazione del rachide con periodo pari a 5 s, previa introduzione di molle rigide 30 kN/m ciascuna e smorzatori dalla viscosità unitaria di 4 kN s/m.

Come passo successivo, il modello è stato sottoposto a lievi perturbazioni impulsive da tergo, con riferimento ad altre misure effettuate in laboratorio dagli autori e presentate in altra parte di questo volume.

Nelle simulazioni, il tronco è stato modellato con un corpo rigido incernierato alla base e collegato superiormente alla base del rachide cervicale mediante elementi viscoelastici; le perturbazioni sono state applicate direttamente al tronco stesso, in corrispondenza di un punto rappresentativo della spalla, e sono consistite in sollecitazioni impulsive a gradino di intensità variabile da 400 a 1.000 N e di durata pari a 0.01 s (figura 6).

Come già evidenziato da Atapourfard e da Antonutto e Pascolo [12], la risposta dinamica del rachide è pesantemente influenzata dal riflesso neuromuscolare, il quale in condizioni impulsive esercita un controllo ad anello chiuso contraendo i muscoli cervicali, sia pure in ritardo rispetto all'inizio del transitorio. Ne segue che un modello muscolare basato su elementi passivi quali molle e smorzatori, come quello qui proposto, può adeguatamente rappresentare l'intera risposta solo in presenza di proprietà viscoelastiche adattive, fin qui non contemplate, ovvero nel caso di sollecitazioni impulsive di entità particolarmente modesta. Alla luce di queste considerazioni, e con l'intento di affrontare la questione nel corso dello studio delle grandi perturbazioni, le simulazioni sono state limitate ai soli istanti iniziali della risposta impulsiva, ottenendo una buona corrispondenza con l'evidenza sperimentale (figura 7). In particolare, il modello ha descritto pienamente l'iniziale rotazione in controfase del capo rispetto al busto (e.g. rotazione oraria del primo ed antioraria del secondo).

■ Simulazioni nel dominio delle grandi oscillazioni

Nello studio del colpo di frusta, caratterizzato da grandi spostamenti, non si può prescindere dagli effetti dell'attività neuromuscolare. La risposta neurologica si esprime con un ritardo variabile da 30 a 60 ms (*tempo riflesso*) cui va sommato il tempo necessario alla piena formazione dei ponti chimici tra actina e miosina responsabili della contrazione (il tempo complessivo per la piena messa a regime del fascio muscolare è pari a circa 100 ms e oltre, come indicato in letteratura (Siegmund *at al.* [13]) e come rilevato da Antonutto e Pascolo).

In questo lavoro sono stati considerati i muscoli che principalmente influiscono sul fenomeno e che in dettaglio sono lo sternocleidomastoideo, i muscoli paravertebrali anteriori, il trapezio e gli estensori. Nel modello essi sono stati introdotti sotto forma di attuatori pseudo-anatomici ad integrazione degli elementi viscoelastici descrittivi il tono muscolare di fondo (figura 8). Inoltre, per tener conto del tempo riflesso, si è avuto cura di ritardare l'attivazione del controllo in ragione di circa 50 ms (valore medio sperimentale). È stato simulato il caso di perturbazioni impulsive applicate al livello della spalla e di intensità pari a 5 e 15 g. Le analisi numeriche hanno confermato l'insorgere della configurazione ad «S» nei primi istanti del transitorio, come pure l'avvicinamento tra le faccette articolari di C5 e C6, già evidenziato da Kaneoka. È sopra tutto degno di nota il fatto che l'avvicinamento in questione sia praticamente contestuale al richiamo muscolare riflesso che così esprime la sua azione in corrispondenza di una configurazione spinale non fisiologica (figura 9). L'importanza delle forze in gioco suggerisce che la risposta contrattile dei muscoli possa aumentare sensibilmente sia il rischio di contatto tra le faccette articolari, sia la curvatura istantanea spinale, associata a sua volta ad elevati gradienti di pressione all'interno del canale spinale.

■ Simulazioni e criteri di lesione

La disponibilità di modelli biomeccanici quali quelli qui presentati apre la porta all'integrazione con criteri quantitativi per la stima del danno da colpo di frusta. Spesso ricondotti a semplici indici numerici, ampiamente discussi in letteratura ([14], [15]) questi criteri vogliono sintetizzare la cinematica e la dinamica in gioco al fine di classificare un dato evento come lesivo o meno.

Si riporta un indice di particolare successo in letteratura quale il *Neck Injury Criterion* (N.I.C.), proposto da Bostrom *et al.* nel 1996 [16]. Esso si focalizza sulle eventuali anomalie al gradiente di pressione all'interno del canale spinale a seguito di brusche variazioni alla geometria del collo. L'indice è espresso secondo la:

$$\text{N.I.C.} = d \cdot a_{\text{rel}} + v_{\text{rel}}^2 \quad (1)$$

ove: d distanza tra la vertebre T1 e C1
 a_{rel} accelerazione orizzontale relativa tra la vertebre T1 e C1
 v_{rel} velocità orizzontale relativa tra la vertebre T1 e C1

e risulta convenzionalmente associato ad una soglia di lesività pari a
 $\text{N.I.C.}_{\text{soglia}} = 15 \text{ m}^2/\text{s}^2$.

■ Simulazioni e diagnosi medica

È parere dell'autore che allo stato attuale i modelli qui presentati non abbiano la maturità adeguata per essere impiegati in campo diagnostico. Oltre alla necessità di approfondimenti ulteriori, sussiste infatti la necessità di fondo di armonizzare l'approccio biomeccanico con la pratica medica.

In particolare, si ritiene debbano essere meglio indagate quelle componenti di sistema che sono specificatamente correlabili con la sintomatologia all'attenzione dello specialista, con riferimento sia alla fase post-acuta che a quella cronica.

Nella prima fase sono comunemente vagliati sintomi locali e generali. Tra i primi si riportano alterazioni della tensione muscolare a livello cervico-dorsale, riduzioni del Rom (Range of motion), sindromi algiche, fenomeni disestesico-parestetici e problematiche neurovegetative; tra i secondi, incrementi della tensione della muscolatura cervicale (irrigidimenti tronco-capo) e meccanismi di compenso posturali. Nella seconda fase, sono di rilievo eventuali noxa patogena maggiore e quadro distrofico.

Anche la diagnostica funzionale può fornire indicazioni su taluni aspetti biomeccanici da approfondire come pure può fornire validi strumenti per la calibrazione dei modelli. Nella pratica, essa può generalmente avvalersi di analisi postura grafiche, di radiografie funzionali (antero-posteriori in flessione-estensione forzata), di elettromiografia superficiale e di registrazioni video della cinematica cervicale sui tre piano dello spazio.

■ Conclusioni

Una conoscenza approfondita della risposta dinamica del rachide cervicale è la necessaria premessa per la comprensione del fenomeno lesivo associato al colpo di frusta. Storicamente questa è stata indagata mediante prove sperimentali condotte su porzioni spinali tratte da cadaveri. Oltre a coinvolgere delicati temi di bioetica, tale approccio, essenziale peraltro nella caratterizzazione meccanica dei tessuti, presenta il grave difetto di ignorare gli importanti effetti del controllo neuromuscolare. In questo senso, una promettente alternativa è offerta dalle simulazioni numeriche, il cui limite risiede unicamente nell'elevato livello di dettaglio richiesto.

Il modello *multibody* qui proposto ha permesso di ricostruire adeguatamente la dinamica spinale, riproducendo alcuni dei precedenti risultati sperimentali quali la deformata ad «S» e l'avvicinamento delle faccette articolari, in particolare quelle di C5 e C6. La possibilità di descrivere il sistema neuromuscolare ha messo inoltre in risalto come la contrazione muscolare riflessa possa giocare un ruolo non indifferente nella formazione della lesione, in virtù del fatto che i muscoli si attivano contestualmente

ad una configurazione spinale già notevolmente deformata. L'importanza del riflesso muscolare, qui confermata, suggerisce l'opportunità di nuove indagini mirate, tese a migliorare ulteriormente il modello ai fini di una sua applicazione anche in altri contesti. In tal senso sono state pianificate nuove simulazioni numeriche nelle quali i muscoli, rappresentati secondo il modello di Hill [17], siano attivati da un sistema di controllo ad anello chiuso analogo a quanto già presentato dagli autori in altra parte di questo volume.

Allo stato attuale si ritiene che i modelli biomeccanici non siano adeguati per applicazioni diagnostiche ma possano avere un ruolo ausiliario all'interno di più ampie strategie di ricerca, come modelli predittivi in funzione delle tipologie di impatto, ecc. applicati ad un normo-tipo multibody. A conferma di quest'impressione si riporta come proprio modelli derivati da quelli qui presentati abbiano fornito all'autore un valido supporto per lo sviluppo di una specifica tecnologia, coperta da brevetto europeo [18] per conto di Fiat Group Automobiles Spa ed orientata alla prevenzione del colpo di frusta in ambito automobilistico.

■ Bibliografia

- [1] Grauer J.N., Panjabi M.M., Cholewicki J., Nibu K., Dvorak J. (1997), *Whiplash produces an S-shaped curvature of the neck with hyperextension at lower levels*, *Spine*, 22, p. 2489.
- [2] Kaneoka K., Ono K., Inami S., Hayashi K. (1999), *Motion analysis of cervical vertebrae during whiplash loading*, *Spine*, 24, p. 763.
- [3] Atapourfard M., Hayashi T., Inooka H. (2001), *Identification of head-neck parameters in the seated human body exposed to horizontal vibration*, *Comp Simul Biomech*, p. 91.
- [4] Moroney S.P., Schultz A.B., Miller J.A.A., Andersson G.B.J. (1988), *Load-displacement properties of lower cervical spine motion segments*, *J.Biomech*, 21, pp. 769-779.
- [5] Panjabi M.M., Crisco J., Vasavada A., Oda T., Cholewicki J., Nibu K., Shin E. (2001), *Mechanical properties of the human cervical spine as shown by three-dimensional load-displacement curves*, *Spine*, 26, pp. 2692-2700.
- [6] De Jager (1996), *Mathematical head-neck models for acceleration impacts*, Eindhoven University of Technology, Isbn 90-386-0347-9.
- [7] Siegmund G.P., Winkelstein B.A., Ivancic P.C., Svensson M.Y., Vasavada A. (2009), *The anatomy and biomechanics of acute and chronic whiplash injury*, *Traffic Injury Prevention*, vol. 10, Issue 2 April 2009, pp. 101-112.

- [8] Chen H.B., Yang K.H., Wang Z.G. (2010), *Biomechanics of whiplash injury. Chinese Journal of Traumatology (English Edition)*, vol. 12, Issue 5, October 2009, pp. 305-314.
- [9] Pascolo P.B. (2004), *Il colpo di frusta cervicale*, Cism-New Magazine Edizioni.
- [10] Kapandji (1974), *Fisiologia articolare*, vol. 3, *Tronco e rachide*, Società editrice Demmi, Roma.
- [11] Van Mameren H.V. et al. (1992), *Cervical spine motion in the sagittal plane II, Position of segmental averaged instantaneous axis of rotation – a cineradiographic study*, *Spine*, 17, pp. 467-474.
- [12] Antonutto G., Pascolo P.B. (2002), *Dinamica del rachide cervicale e controllo neuromuscolare*, Cism.
- [13] Siegmund G.P., Brault J.R., Chimich D.D. (2002), *Do cervical muscles play a role in whiplash injury*, *J Whiplash Rel Dis*, vol. 1.
- [14] Ivancic P.C., Sha D. (2010), *Comparison of the whiplash injury criteria*, *Accident Analysis & Prevention*, vol. 42, Issue 1, January 2010, pp. 56-63.
- [15] Muñoz D., Mansilla A., López-Valdés F., Martín R. (2005), *A study of current neck injury criteria used for whiplash analysis. Proposal of a new criterion involving upper and lower neck load cells*, Fundación Cidaut, University of Valladolid – Spain, Paper Number 05-0313.
- [16] Boström O., Svensson M.Y., Aldman B., Hansson H., Håland Y., Lövsund P., Seeman T., Suneson A., Säljö A. and Örtengren T., (1996), *A new neck injury criterion candidate based on injury findings in the cervical spine ganglia after experimental neck extension trauma*, *International IRCOBI conference on the Biomechanics of Impacts*, Dublin, Ireland.
- [17] Hill A.V. (1938), *The heat of shortening and the dynamic constants of muscle*, in *Proceedings of the Royal Society*.
- [18] P. Pascolo inventor, European Patent Office n. 08425788.0 – 1523 (2010), *Prevention of physical injury to an occupant of a vehicle due to the whiplash effect*, Fiat Group Automobiles Spa.

FIGURA 1. RIPRODUZIONE DI UN SEGMENTO DISCO E DELLE VERTEBRE ADIACENTI (DOPO MORONEY)

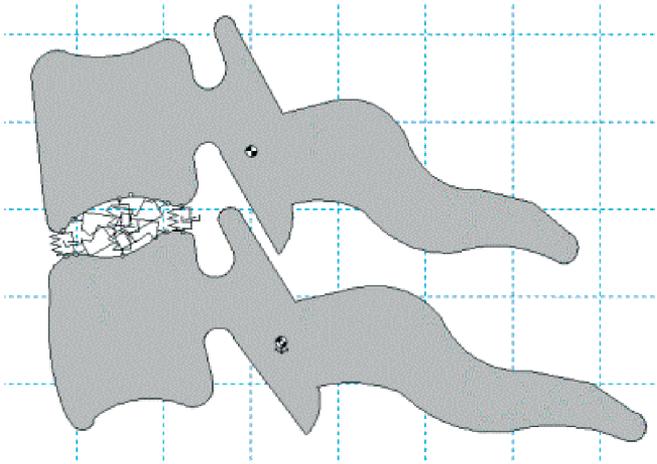


FIGURA 2. SIMULAZIONE DI PROVA DI CARICO SU SEGMENTO COMPLETO: COMPRESIONE E TAGLIO (DOPO MORONEY)

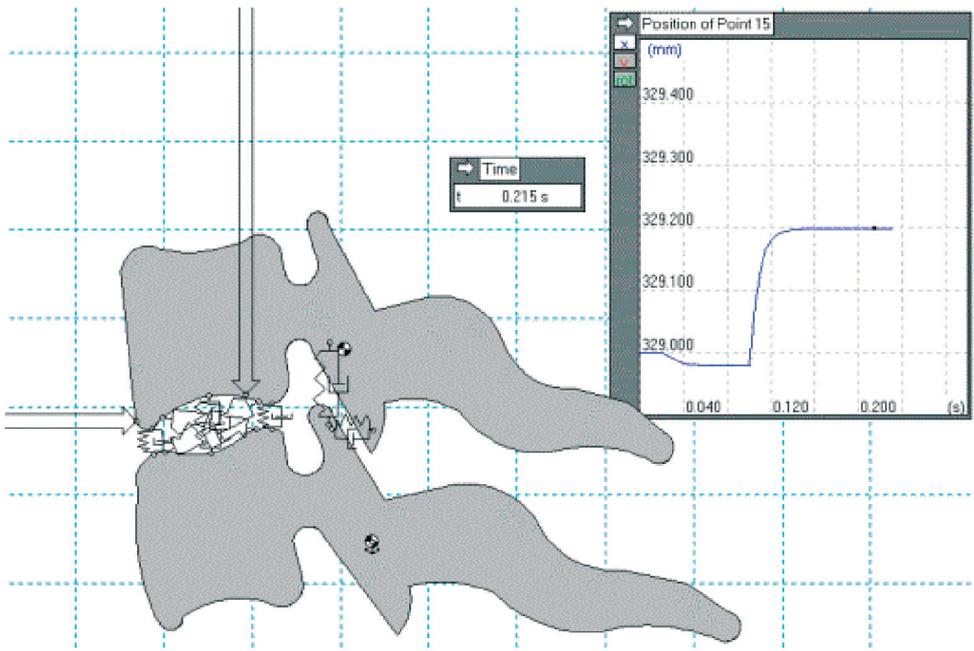


FIGURA 3. UBICAZIONE DEI CENTRI DI ISTANTANEA ROTAZIONE (CIR) PER UNA TIPICA CONFIGURAZIONE SPINALE

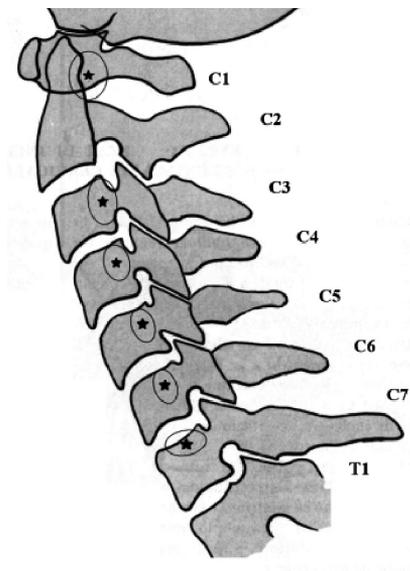


FIGURA 4. INDIVIDUAZIONE DEI CIR DA SIMULAZIONE NUMERICA: COSTRUZIONE GEOMETRICA PER C1-C4

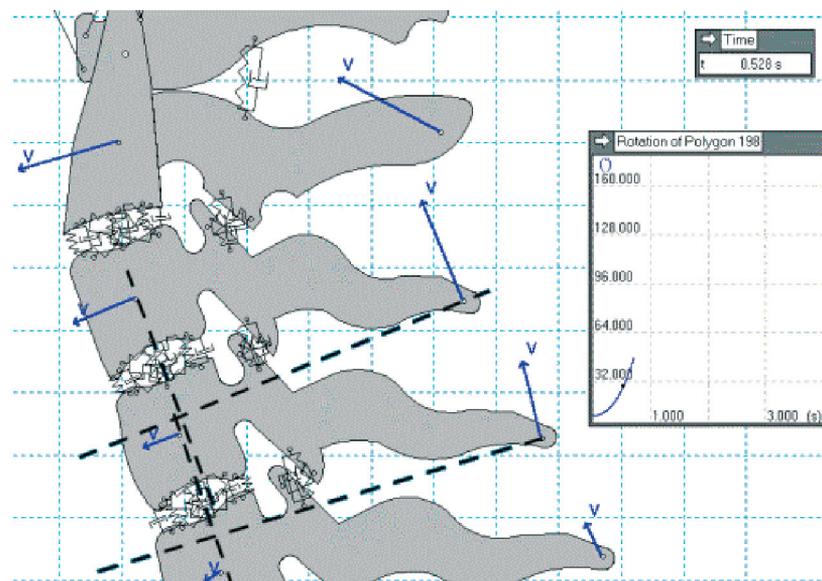


FIGURA 5. ELEMENTI VISCOELASTICI PER LA RAPPRESENTAZIONE DEL TONO MUSCOLARE DI FONDO (DETTAGLIO)

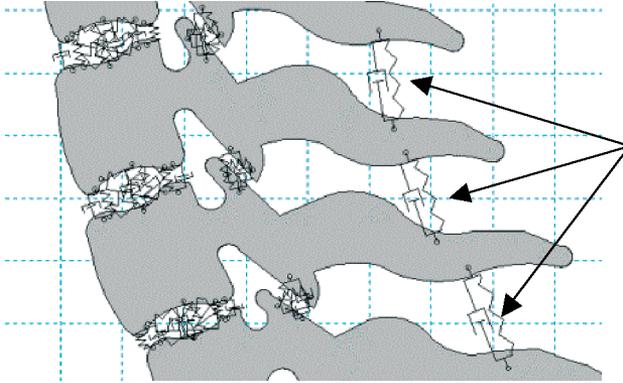


FIGURA 6. ESEMPIO DI SIMULAZIONE DI URTO LIEVE DA TERGO

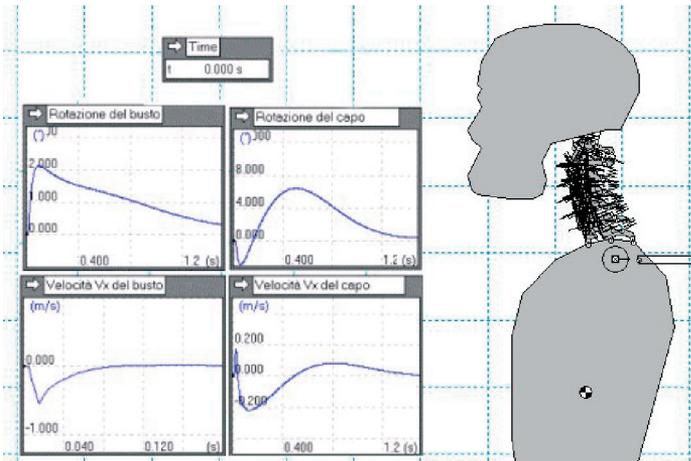


FIGURA 7. CONFRONTO TRA ACCELERAZIONI SPERIMENTALI E SIMULATE

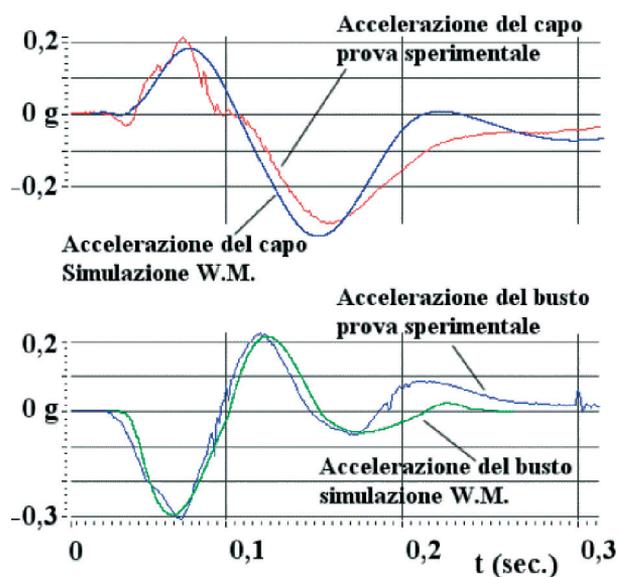


FIGURA 8. MODELLO DEL RACHIDE CERVICALE COMPLETO DI MUSCOLATURA. N. 1: VERTEBRE, LEGAMENTI E TESSUTI INTERVERTEBRALI. N. 2-3-4: MUSCOLI (IN TRE LUCIDI DISTINTI, PER ESCLUSIVE RAGIONI DI CHIAREZZA ESPOSITIVA)

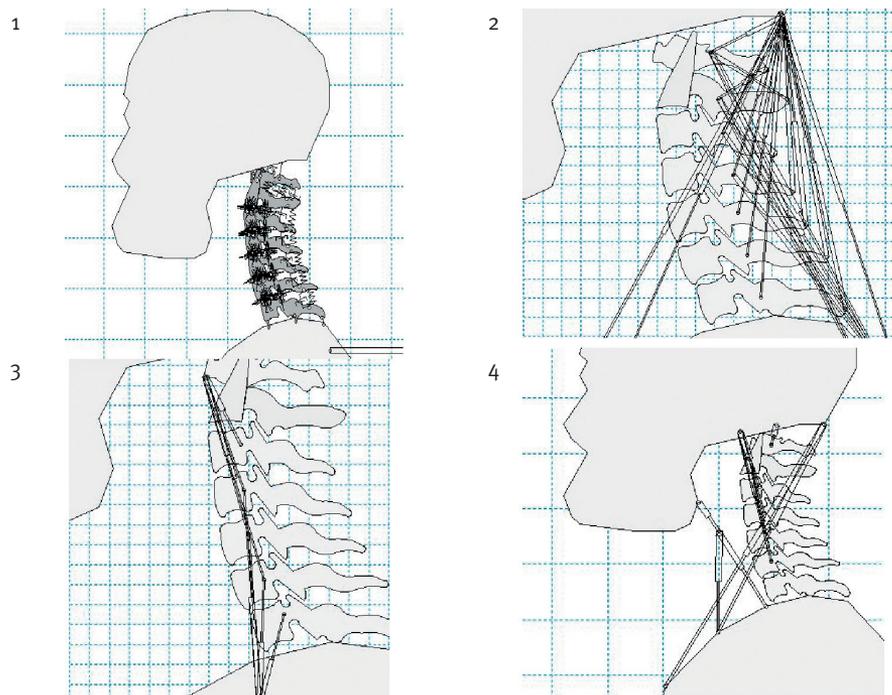
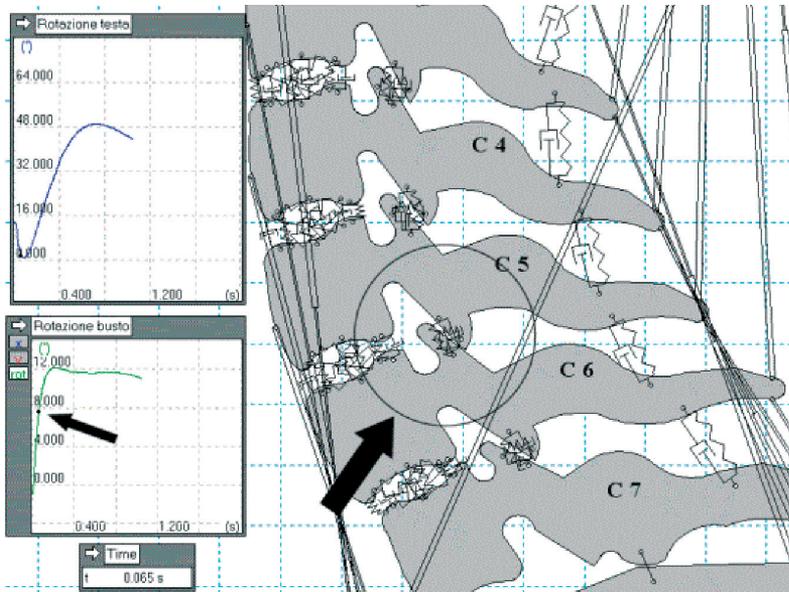


FIGURA 9. AVVICINAMENTO TRA LE FACCETTE ARTICOLARI DI C5 E C6 (SIMULAZIONE AL TEMPO T = 0.65 S)



Valutazione del danno nei traumi indiretti della colonna cervicale interessata da preesistenze

di **Fabio Buzzi***

Sommario 1) *Il fenomeno nelle assicurazioni private e nelle assicurazioni sociali.* 2) *L'approccio delle imprese di assicurazione.* 3) *Il ruolo del medico legale.* 4) *Presupposti e inferenze di natura extra-medica.* 5) *Conclusioni.*

▼ 1) Il fenomeno nelle assicurazioni private e nelle assicurazioni sociali

Ormai da numerosi anni negli ambienti delle imprese assicuratrici che coltivano il ramo Rca e che si coagulano in seno all'Ania si segnala, in maniera allarmata e allarmante, che i costi dei risarcimenti per gli esiti delle distorsioni cervicali hanno assunto un'entità intollerabile: entità che obbliga le imprese a scaricare questo «costo» sui prezzi di tutte le polizze Rca, penalizzando in tal modo anche gli assicurati completamente estranei a comportamenti appetitivi, o comunque intesi ad enfatizzare le conseguenze di colpi di frusta banali, se non inesistenti (in quest'ultimo caso realizzando vere e proprie truffe).

Questo fenomeno non risparmia neppure gli ambiti assicurativi sociali dell'Inail e dell'Inps: dell'Inail perché molto spesso gli incidenti stradali produttivi di distorsioni cervicali si verificano nei viaggi in auto compiuti nell'andata al lavoro, o nel rientro, che ricadono quindi nella tutela infortunistica propria dell'infortunio *in itinere*; dell'Inps perché contribuisce all'incremento delle assenze dal lavoro per malattia, specie ove la lesione – reale o fittizia che essa sia – venga strumentalizzata mediante aberranti comportamenti di «*doctor shopping*», con correlata promozione di indagini cliniche e strumentali spesso inutili.

Questa ingiustificata promozione incide, ovviamente, anche sulla spesa del Ssn e, ove orientata verso il comparto sanitario privato, determina un ulteriore incremento dei costi dei risarcimenti del danno alla persona, in forma di rimborsi di spesa di

* Ordinario di Medicina Legale - Università di Pavia

cure e accertamenti (per quanto si dirà poi non sempre realmente anticipate) che stanno assumendo un'entità realmente allarmante.

In ambito Inail, diversamente che per l'ambito Rca, non assume di norma particolare risalto l'aspetto dei postumi permanenti – per lo più gestibili e gestiti entro la franchigia del 5% – mentre si deve segnalare l'importanza dell'interazione della durata della temporanea con il versante della Rca: una durata che, in base a concrete esperienze (anche giudiziarie), sfugge talora al controllo dell'Inail – ma anche dell'Inps, ove di sua competenza – originando così serie discrasie quantitative all'atto delle valutazioni medicolegali effettuate dai medici fiduciari delle imprese assicuratrici.

Del profluvio dei certificati compiacenti dei medici di medicina generale non è neppure il caso di parlare, atteso che su di essi i medici legali – non solo come fiduciari di assicurazioni, ma neppure come consulenti privati – non possono fare affidamento.

Tutto ciò pone i medici legali nella spiacevole condizione di dover confutare assenze dal lavoro o condizioni di «malattia» non giustificate da concrete motivazioni clinico-terapeutiche, ma soltanto dai predetti presupposti circostanziali, oltre che dagli abnormi differimenti, specie in ambito assistenziale pubblico, di quelle prestazioni diagnostico-riabilitative che trovano sovente attuazione dopo la fase acuta delle distorsioni cervicali.

In queste situazioni è scontato che l'infortunato resista ad eventuali decurtazioni della temporanea da parte delle imprese assicuratrici, ritenendo (sul piano formale non immotivatamente) che la «vidimazione» della temporanea da parte dei soggetti istituzionali o individuali dianzi menzionati debba far aggio su ogni altra forma di verifica.

Allorché le difformità di accreditamento della temporanea giungano al contenzioso – al quale sono regolarmente estranei i predetti soggetti – esse vanno a costituire una tutt'altro che trascurabile fonte di conflittualità aggiuntiva rispetto ad altre questioni di diritto, o economiche: una conflittualità che costringe i Ctù ad analisi puntigliose e defatiganti in ordine alla validità dei presupposti in base ai quali sono stati in precedenza avvalorati lunghi periodi di assenza dal lavoro, o di generica «malattia».

▼ 2) L'approccio delle imprese di assicurazione

Per contrastare la complessa problematica posta dalle distorsioni cervicali sia sul dianzi sommariamente accennato fronte delle temporanee, sia sull'ancor più caldo fronte delle permanenti – che rappresenta un fenomeno indubbiamente caratterizzato da un'elevatissima numerosità casistica, con cospicui riverberi economici nell'ambito Rca – le imprese di assicurazione hanno assunto molteplici iniziative di «sensibilizzazione» nei confronti dei propri medici fiduciari e hanno pure messo in campo una cospicua serie di iniziative «conoscitive» sul versante cinematica e bio-meccanico.

Queste iniziative non possono affatto essere giudicate strumentali, per lo meno nelle loro motivazioni di fondo, anche perché il fenomeno si è prestato ad aberrazioni non infrequentemente truffaldine, indubbiamente anche mercé una capziosa strumentalizzazione della connotazione algica soggettiva che contraddistingue almeno in parte i sintomi post-distorsivi cervicali: connotazione che ha consentito anche ad ambienti extra-sanitari di speculare sulle poste economiche in gioco.

Alludiamo alle sempre più numerose organizzazioni di gestione/trattazione economica «a pacchetto» dei risarcimenti dei sinistri stradali a nome e per conto dei danneggiati.

Tali organizzazioni allettano costoro garantendo la posticipazione dei costi di gestione delle procedure – si badi bene: non soltanto burocratiche, ma anche mediche – adoperandosi appunto anche sul versante sanitario attraverso medici, fisioterapisti e altre figure e strutture assistenziali, quasi sempre operanti nel privato, al fine di raccogliere documentazione (ovviamente sovrabbondante) di prestazioni diagnostico-terapeutiche non sempre realmente/interamente effettuate, ma talora di consistenza meramente «fatturativa».

È scontato che questi aspetti realmente aberranti del fenomeno epidemiologico della distorsione cervicale – che nelle diverse statistiche delle imprese assicuratrici assurge mediamente al 50% e oltre di tutti i casi di sinistri con danni a persona e a circa l'80% di quelli con piccole invalidità permanenti – non possono essere in alcun modo trascurati in sede medicolegale, dovendo essere invece analizzati con estrema attenzione.

A proposito dei numeri, è innegabile che, al di là dei costi delle prestazioni sanitarie e dei risarcimenti – cumulativi o individuali che essi siano – alla base di questa epidemiologia non stanno soltanto fenomeni appetitivi di singoli individui, generosità diagnostica dei clinici, disattenzioni/leggerezze dei medici legali, o speculazioni a livello organizzato, bensì anche un proporzionale incremento delle piccole collisioni, frutto del progressivo addensamento della circolazione urbana e sub-urbana a velocità relativamente bassa (v. circonvallazioni, tangenziali, ecc.), nonché un altrettanto importante aumento dei tamponamenti a catena che si verificano sulle autostrade, qui con velocità invece ben più elevata, specie nei periodi di nebbia persistente (peggio se «a banchi») e dei cd. «grandi esodi», in concomitanza con «ponti lunghi», festività pluri-giornaliere e ferie tradizionali.

Un'ulteriore condizione che ha amplificato gli effetti lesivi dei colpi di frusta è rappresentata dall'utilizzo delle cinture di sicurezza e degli air-bags: le prime hanno accentuato il basculamento del capo, fissando il tronco allo schienale (riducendo così statistica ed effetti delle contusioni craniche e toraciche, un tempo invece molto frequenti); i secondi sono in grado di salvaguardare dalle contusioni craniche, peraltro respingendo energicamente all'indietro il capo contro il poggiatesta e spiegando così l'incremento dei colpi di frusta in caso di urto anteriore.

D'altra parte, è evidente che i predetti sistemi di contenimento e protezione sono finalizzati a salvaguardare il corpo – e il capo in particolare – da lesioni di elevata collocazione

gerarchica nella scala AIS, per cui l'eventuale amplificazione del colpo di frusta rappresenta un effetto collaterale giustificato dal predetto intendimento tecnico, intrinsecamente atto a ridurre menomazioni e costi dei corrispettivi risarcimenti.

In altre parole, se è vero – com'è comprovato – che l'aumento delle distorsioni cervicali dipende anche dalle predette condizioni di maggior protezione del cranio e del torace, non soltanto sul piano della sicurezza individuale, ma anche sul piano risarcitorio economico complessivo si dovrebbe tenere in buon conto che il «costo» delle conseguenze lesive di una distorsione cervicale è in ogni caso di gran lunga inferiore a quello di una contusione del capo contro il parabrezza o altre strutture dell'abitacolo, con equivalenti lacero-contusivi e, poi, cicatriziali al volto, o, peggio, con equivalenti encefalici e, poi, neuro-deficitari.

Lo stesso dicasi per la lesività toracica da impatto contro il cruscotto e, peggio ancora, contro il volante. È appena il caso di sottolineare che l'esperienza autoptica medicolegale da diversi anni non registra più quelle lesioni figurate alla regione sterno-costale, con grossolani equivalenti fratturativi e lacerativi cardio-aorto-polmonari, che erano invece assai frequenti fino agli anni '80-'90.

A prescindere da questi rilievi sul complessivo miglioramento delle misure di protezione nei confronti di conducente e trasportati sulle auto – misure tutt'altro che trascurabili sotto il profilo dei motivi per i quali aumentano, in via se non altro complementare, le piccole invalidità permanenti – per quanto attiene all'operatività medicolegale, si devono formulare le seguenti considerazioni.

▼ 3) Il ruolo del medico legale

È innanzitutto scontato che il medico legale deve prestare la massima attenzione nello scervere i casi che appartengono all'area della speculazione – individuale, od organizzata – da quelli nei quali risulta plausibile la ricorrenza di una distorsione di significativa entità traumatologica e altrettanto plausibili risultano le iniziative terapeutiche e riabilitative adottate, sia sul piano quali-quantitativo clinico, sia sul piano quantitativo economico, ben attenti al dato di fatto che le spese sanitarie – vere o false – superano non raramente il corrispettivo economico del risarcimento del danno biologico temporaneo e permanente.

Al medico legale compete quindi di vagliare attentamente tutta questa serie di elementi, che non sono soltanto di natura fisiopatologica, eziopatogenetica e clinica, ma anche – e sempre più spesso – di natura circostanziale (cioè attinente alle caratteristiche cinematiche e biomeccaniche della collisione) ed economica (cioè attinente alla numerosità e ai costi delle prestazioni curative di ogni singolo caso, proporzionalmente alla sua reale consistenza traumatologica).

Per vero, si tratta di compiti tutt'altro che estranei alla formazione e all'operatività professionale del medico legale e che, nella prospettiva epidemiologica aperta in questi ultimi anni dalle fattispecie in oggetto, si profilano ormai come pressoché routinari, mentre prima potevano avere ricorrenza soltanto sporadica.

I medici legali devono dunque predisporre a coltivare conoscenze di cinematica, di biomeccanica e di economia sanitaria: le prime attraverso aggiornamenti *ad hoc* provenienti dai più seri cultori della cinematica delle collisioni veicolari e della bio-ingegneria (specie di coloro che si occupano delle lesioni da traffico e delle misure di sicurezza atte a contrastarle); le seconde attraverso informazioni acquisibili dal contesto operativo fisiatrico/riabilitativo per le indicazioni cliniche e dal contesto delle disposizioni tariffarie ordinistiche, regionali e nazionali per i costi delle cure.

In altre parole, come accade nel settore dell'assistenza sanitaria pubblica, anche nel settore della Rca (che, quantunque gestito da imprese improntate ai profitti di mercato, ha comunque un'indubbia e sostanziosa valenza di tipo sociale, essendo l'assicurazione Rca obbligatoria e basata su tariffe, massimali e procedure gestionali economiche e liquidative assoggettate a controllo governativo attraverso l'Isvap), si sta cercando di intervenire sui costi dei risarcimenti, da un lato agendo sull'attività dei medici e, dall'altro, sui presupposti causali materiali del fenomeno inferibili da indicatori tecnici misurabili.

Inoltre, come si è verificato nel settore assicurativo sociale Inail alcuni anni orsono in relazione all'esplosione epidemiologica delle ipoacusie da rumore (che negli anni '80 e '90 avevano toccato punte statistiche elevatissime, non soltanto relative, ma anche assolute) e, di recente, in relazione all'analogo fenomeno delle patologie da movimenti ripetuti, anche in ambito Rca le leve sulle quali si agisce per controllare il costo delle compensazioni delle piccole invalidità sono rappresentate dal «contenimento» dei parametri tabellari dei rispettivi postumi e da indicazioni metodologiche di indole restrittiva ai medici valutatori: in ambito Inail ciò è avvenuto attraverso la «richiesta» di una puntigliosa ricerca della prova dell'esposizione allo specifico rischio; in ambito Rca attraverso la «raccomandazione» di tenere in gran conto informazioni cinematiche e bio-meccaniche intese ad escludere a priori che determinate tipologie standard di collisione siano in grado di cagionare distorsioni cervicali produttive di postumi permanenti.

Non che questi *challenge* esegetici siano inappropriati, o estranei rispetto all'ambito operativo della medicina legale: anzi, questi ed altri elementi di indole circostanziale estrinseca rispetto al contesto strettamente biologico-clinico sono da sempre oggetto di analisi nella metodologia valutativa della disciplina sul vivente e sul cadavere.

Si tratta soltanto di conoscerne i significati realmente e affidabilmente dirimenti, nonché i più o meno visibili limiti probatori, con specifico riferimento alle notevoli differenze che corrono tra gli accertamenti condotti sui manichini, volontari e modelli matematici standardizzati e quelli sui singoli periziati, ognuno dei quali diverso dall'altro per presupposti

anagrafici e connotati somatici fisiologici, para-fisiologici e patologici, e ognuno dei quali passivo di tipologie traumatiche tutt'altro che omogenee.

In altre parole, a questo proposito vale senz'altro il vecchio proverbio popolare che *«non si può far d'ogni erba un fascio»*.

Con ciò si vuole semplicemente dire che la metodologia clinica, prima che quella medicolegale, esige che ad ogni singolo caso si ponga altrettanto individuale attenzione, perché la casistica «in vivo» è ben diversa da quella dei modelli sperimentali artificiali, o matematici, o dei fenomeni truffaldini organizzati.

A questo proposito è il caso di sgombrare subito il campo dalla questione dei cd. «sinistri fasulli»: cioè di quei casi di danni fisici che si vogliono fraudolentemente attribuire, ai fini e per gli effetti dell'assicurazione RCA, a collisioni mai verificatesi, o realizzate in maniera artatamente finalizzata a scopo lucrativo risarcitorio, anche attraverso contraffazioni della documentazione sanitaria.

La natura truffaldina di questi casi non può essere disvelata esclusivamente attraverso l'estemporaneità dell'accertamento medicolegale – ordinariamente limitato al campo di osservazione del singolo caso e del tutto eccezionalmente di più d'un caso omologo – per quanto sagace e accurato esso sia, ma soltanto attraverso un'azione congiunta e sinergica di ogni livello operativo della gestione dei sinistri della RCA (e pure del settore infortunistico privato) nel cui contesto opera il medico legale, possibilmente con un'ampiezza degli interventi superiore a quella che è alla portata della singola assicurazione. Infatti, è notoriamente la ricorrenza statistica e l'analogia delle caratteristiche complessive, non soltanto mediche, di determinati sinistri che consente di individuare le frodi condotte in maniera sistematica.

Emblematico è a tal proposito il caso di un disoccupato torinese che, come da titolo di un articolo comparso su Panorama del 13.6.2002: *«In dieci anni è riuscito a farsi tamponare da almeno 500 auto, rigorosamente guidate da belle donne, tutte raggrinate!»*

A prescindere da queste amenità di duplice connotazione fraudolenta (oltre che assicurativa, anche «dongiovannasca»), il medico legale, oltre ad adoperarsi per individuare i singoli casi nei quali mancano i presupposti circostanziali e clinici per riconoscere la reale ricorrenza di lesioni e l'esistenza di postumi invalidanti (ciò che è alla sua ordinaria portata) può – e deve – registrare e segnalare ogni «ripetività» sospetta, deducibile da casi diversi giunti alla sua attenzione, di artificiose prospettazioni diagnostiche e pure terapeutiche (non soltanto in regime assistenziale privato, ma anche pubblico, stante la «caccia aperta» ai Drg), oltre che di indole fisioterapico/riabilitativa in relazione a casi privi di presupposti clinici atti a giustificarle.

Per quanto riguarda la distorsione cervicale non è il caso di diffondersi nel riepilogare i numerosissimi contributi esegnetici prodotti, segnatamente negli ultimi venticinque anni, a livello nazionale (e anche internazionale) con riferimento alla bio-meccanica del colpo di

frusta cervicale, al substrato eziopatogenetico dei sintomi, alla significatività o meno delle indagini strumentali, alla classificazione dei postumi per indicatori di gravità e alla loro quantificazione percentualistica.

Basterà soltanto ricordare alcune monografie – talune di significato ormai storico – particolarmente orientate in senso medicolegale (si veda la bibliografia in fondo).

Come si nota da questa rassegna bibliografica, la promozione editoriale è stata molto spesso stimolata e realizzata proprio dalle imprese assicuratrici, appunto allo scopo di analizzare attraverso approcci multidisciplinari il fenomeno della distorsione cervicale, che – come già ricordato – dagli anni '80 ha iniziato ad assumere quella crescente portata epidemiologica, in ordine alla quale non è appunto mancata una tempestiva attenzione esegetica da parte della nostra disciplina sull'importanza che il medico legale conosca lo stato dell'arte in campo cinematico e bio-ingegneristico.

Interessanti puntualizzazioni su questi versanti sono accessibili nelle monografie più recenti, di cui ai n. 9 e 10 della rassegna bibliografica in calce al testo.

In altre parole, il medico legale non può chiudersi in una sorta di approccio «notarile», limitandosi a registrare il riferito sintomatologico e il registrato documentale formato nei più disparati ambiti clinici, ma deve analizzare criticamente tutti questi elementi e raffrontarli con quelli ricavabili dalle nozioni di indole bio-ingegneristica generale e cinematica particolare: queste ultime, cioè, strettamente pertinenti alla collisione di specie.

▼ 4) Presupposti e inferenze di natura extra-medica

A proposito di questi due aspetti è qui il caso di formulare un duplice ordine di considerazioni, muovendo dal fondamentale e irrinunciabile presupposto che la valutazione medicolegale non può appiattirsi su dati statistici generici e cumulativi, ma deve prendere necessariamente in considerazione le peculiari caratteristiche di ogni singolo caso, sia che si tratti della stima della sopravvivenza in caso di ritardo diagnostico in oncologia, sia che si tratti degli effetti di una banale distorsione cervicale.

Pertanto, così come nel primo caso non è corretto utilizzare, di principio e in maniera pedissequa, le tavole statistiche della sopravvivenza cumulativa allestite per i diversi tumori, essendo invece indispensabile l'attenta considerazione dell'intero stato anteriore del soggetto, dell'età, dei fattori di comorbilità e della loro influenza sulla reale possibilità di resistere non soltanto al tumore, ma anche ai trattamenti oncologici, altrettanto vale nel secondo caso, in analogia con i presupposti dianzi richiamati.

Ciò significa che la pur necessaria conoscenza di tabelle del tipo di quella qui di seguito ripresa dalla monografia Ania-Aci di cui alla voce bibliografica n. 9, non può trovare automatica ed onnivale applicazione in tutti i casi di comprovata distorsione cervicale, se-

gnatamente per quanto attiene alla colonna concernente le lesioni a carico dei trasportati e, più in particolare, per quanto riguarda l'esclusione di principio di postumi permanenti in relazione a tutti i presupposti veicolari esemplificati nelle prime quattro fasce di accelerazione, da < 1 g a 4 – 10 g.

Accelerazione (in g)	Danni al veicolo	Lesioni trasportati
< 1 g (NON rilevabile)	Minimi: graffi sulla vernice, micro ammaccature di pochi cm ² , strisciate, rottura di specchietti esterni	Nessuna
1g < a < 2g	Bassi: rottura dei fascioni paraurti, leggere deformazioni delle traverse, piccole ammaccature	Nessuna
2g < a < 4g	Medio-Bassi: rottura dei fascioni paraurti, interessamento dei cofani e dei portelloni, deformazioni delle traverse, lievi ammaccature sui parafanghi, rottura dei gruppi ottici, ammaccatura delle portiere se urto laterale.	Nessuna
4g < a < 10g	Medio-Gravi: rottura dei fascioni paraurti, interessamento dei cofani e dei portelloni, deformazioni delle traverse e dei longheroni, ammaccature sui parafanghi, rottura dei gruppi ottici, ammaccatura delle portiere ed interessamento dei montanti e dei longheroni sottoporta se urto laterale.	Colpo di frusta temporaneo (meno di 4 settimane)
10g < a	Gravi: serie lesioni dell'autotelaio	Colpo di frusta temporaneo o permanente, lesioni gravi fino alla morte

È appena il caso di richiamare che – come si è già avuto modo di osservare personalmente in precedenza (v. voce bibliografica n. 5), ma come rilevato anche da altri autori – le sperimentazioni su manichini non sono assolutamente in grado di riprodurre, neppure con larga approssimazione, l'ampia gamma di collisioni, singole e plurime, anteriori, posteriori e laterali più o meno angolate, contro altri veicoli in movimento e contro ostacoli fissi anche poco appariscenti (esempio tipico è il cordolo di marciapiede), quali possono realizzarsi nell'ambito dell'apparentemente semplice tipologia ordinariamente classificata come «tamponamento».

Questo limite risulta sensatamente (anche se marginalmente) richiamato nella dianzi citata monografia Ania-Aci, di cui al n. 9 della bibliografia.

Un ulteriore limite dell'automatica rapportabilità dei calcoli sperimentali all'estremamente variegata realtà cinematica e biologica con la quale si confronta ordinariamente il medico legale è rappresentata dall'utilizzo di manichini o di volontari.

Nel primo caso è persino inutile ricordare quanto è da sempre notorio nel settore, cioè che non esiste la possibilità di costruire un rachide cervicale artificiale con caratteristiche di articolarietà stereo-spaziale e di duttilità cinetica almeno analoghe, se non identiche, a quelle del rachide umano. Ciò non solo a causa dell'enorme complessità del funzionamento integrato delle articolazioni zigo-apofisarie, dei dischi inter-vertebrali e dei molteplici le-

gamenti tra vertebra e vertebra e più ampiamente segmentali, ma anche, e soprattutto, perché la componente muscolare – che in vivo non è soltanto passiva, ma ovviamente anche attiva – allorché viene azionata in forma sia di riflesso automatico, sia di volontaria difesa, interferisce significativamente sugli effetti distorsivi e non può essere in alcun modo riprodotta artificialmente nei manichini, mentre nei volontari costituisce un inevitabile e rilevante fattore di confondimento.

Invero, non vi è chi non veda come un soggetto che è consapevole che di lì ad un tempo «x» subirà un urto posteriore, possa rimanere totalmente indifferente/inerte, senza premunirsi di attuare volontariamente, o almeno di realizzare in via di anticipazione il riflesso difensivo spontaneo al fine, più o meno conscio, di sottrarsi agli effetti della sollecitazione.

Per non dire del fatto che a chi si presta a questo tipo di esperimenti non può sfuggire che, in definitiva, il contesto e lo scopo sono abbastanza scopertamente quelli di saggiare una vigorosa «resistenza» a fronte di una sollecitazione estrinseca, in condizioni assimilabili ad un cemento per nulla impersonale. A tal proposito, è fin superfluo ricordare che sul piano psicologico è praticamente scontato che nessuno può trarre soddisfazione, né interesse (quest'ultimo men che meno nei contesti «finalistici» di specie) di apparire agli altri come facilmente vulnerabile e, men che meno, lamentoso.

Donde la complessiva inaffidabilità dei riferiti soggettivi ricavabili dagli esperimenti sui volontari: esperimenti che, al di là della validità dei protocolli – vuoi per difetto dei presupposti di validazione etico-scientifica e di significatività statistica che regolano le sperimentazioni mediche (nei casi di specie indispensabili, atteso che i risultati sono finalizzati a valutazioni traumatologiche di indole medica), vuoi per l'assenza del «cieco», o di un «bianco» di controllo, o di un controllo *versus* gli effetti di una traumatizzazione in reale contesto veicolare stradale, con soggetti non arruolati *ad hoc* – per ovvie ragioni, non possono comunque utilizzare impatti produttivi di accelerazioni superiori a 8-10 g.

Alla stregua di tutto ciò, viene in ogni caso meno la possibilità di testare le conseguenze – ovviamente sempre in maniera standardizzata – delle collisioni più complesse e di maggior entità, che non sono affatto estranee alla corrente osservazione medicolegale.

Quanto all'importanza dell'effetto «premonizione» (cioè della previa conoscenza dell'imminenza di una «traumatizzazione») *versus* l'effetto «sorpresa» (cioè recepimento della «traumatizzazione» in maniera del tutto repentina e inopinata), vale la pena di richiamare da un lato il riscontro esperienziale medicolegale della diversa efficacia distorsiva del medesimo urto sugli occupanti dello stesso veicolo: solitamente minore nei confronti di chi (di norma il conducente) ha avuto modo di percepirne in anticipo l'accadimento attraverso il retrovisore e di «ancorarsi» al volante, e maggiore nei confronti di chi non ha avuto tali opportunità, o aveva il capo posizionato in maniera non ortotopica: condizione che vale peraltro anche per il conducente.

Tali variabili (che non si possono mettere in campo nei manichini e nei volontari) sono riscontrabili sempre più spesso nei tamponamenti – tra l'altro quasi sempre angolati – che si verificano nelle ormai diffusissime rotatorie.

In questi casi, il conducente deve in pratica ruotare sempre e notevolmente il capo verso sinistra, per verificare il sopraggiungere di veicoli ai quali deve dare la precedenza: ed è notorio che in queste posture etero-topiche del capo, che comportano una marcata rotazione delle vertebre su sé stesse, con disassamento delle articolazioni zigo-apofisarie e messa in tensione di muscoli e legamenti, gli effetti di una distorsione cervicale sono cospicuamente amplificati. Quanto all'ampiezza delle variabili, a titolo di esemplificazione estrema si può citare l'esperienza maturata nelle competizioni di «Formula Uno». In queste competizioni la distorsione cervicale è stata praticamente annullata dai complessi apparecchi di protezione integrata, antero-posteriore e laterale, del collo (che imitano il noto collare a Minerva) e che impediscono completamente ogni sollecitazione longitudinale, trasversale e torsionale del rachide cervicale.

Ne sono prova gli effetti lesivi pressoché nulli di collisioni drasticamente demolitive sulle auto, dalle quali i piloti escono senza neppure una... distorsione cervicale.

Con tali apparecchi i piloti riescono a tollerare molto bene sollecitazioni laterali nell'ordine di 4 g in curva. Con analoghi dispositivi i piloti delle frecce tricolori, che in una normale virata tollerano ordinariamente sollecitazioni analoghe, in alcune acrobazie estreme riescono a sopportare addirittura 7 g: ovviamente entrambe le categorie di piloti conoscono a priori le modalità e l'entità di queste sollecitazioni e si predispongono convenientemente a contrastarle prima del loro verificarsi.

Ciò che non avviene, ovviamente, nei tamponamenti automobilistici, nei quali, oltre tutto, il vastissimo range di età dei soggetti coinvolti, che annovera individui da molto giovani a molto anziani (i volontari utilizzati per le prove di cui alla monografia Ania-Aci avevano età compresa tra 35 e 45 anni) e l'altrettanto vasta tipologia delle collisioni e delle conformazioni dell'abitacolo, e in particolare del sistema sedile-poggiatesta, rappresentano dei fattori estremamente variabili.

Con tutto ciò si vuol semplicemente dire che le distorsioni cervicali che il medico legale è chiamato ad analizzare e a valutare nella pratica corrente hanno poco a che vedere con i modelli sperimentali e con le condizioni limite dei piloti da ultimo richiamate, essendo la casistica assicurativa composta da soggetti con le più disparate caratteristiche anatomiche del collo: da quello corto e muscoloso di individui dediti ad attività fisiche pesanti, a quello lungo ed esile di giovani donne dedite ad attività sedentarie/intellettuali; da quello da tempo iper-sollecitato da lunghi turni lavorativi al computer, a quello di giovani e meno giovani dediti a sport ad effetto tonificante sul distretto cervico-brachiale; da quello di giovanissimi del tutto indenne da qualsivoglia alterazione, a quello di anziani, drasticamente sovvertito da grossolane alterazioni spondilo-unco-artrosiche e discopatiche.

▼ 5) Conclusioni

In definitiva, una casistica che non può essere certo coartata entro gli schematici presupposti astrattamente standardizzati in quei modelli sperimentali che taluno vorrebbe validi per tutte le predette condizioni.

Invero, tali modelli possono senz'altro valere a titolo indicativo e conoscitivo di carattere generale, per orientare al meglio la mira del medico legale sui fattori maggiormente condizionanti il nesso causale, ma non possono essere di principio dirimenti ai fini della sua preteroria esclusione, specie ove le peculiarità della collisione e del contingente atteggiamento del capo, nonché le caratteristiche anatomiche ed idiopatiche di quel singolo rachide cervicale giustificano i sintomi riferiti soggettivamente e constatati oggettivamente.

Del resto, per essere realmente utilizzabili in ambito casistico medicolegale, i dati relativi al danneggiamento veicolare e alle accelerazioni in gioco devono essere specificamente calcolati, di volta in volta, sulla singola collisione nella quale è stato coinvolto il veicolo sul quale viaggiava quel determinato periziando e devono ricomprendere non soltanto le caratteristiche di quel veicolo, ma anche quelle del veicolo «antagonista», mentre queste ultime, nelle contingenze operative standard, non sono quasi mai note, specie nelle piccole collisioni.

Si tratta di un limite tutt'altro che trascurabile e la cui importanza è stata correttamente segnalata dai tecnici del Cestar che hanno contribuito alla redazione della monografia Ania-Aci più volte citata in precedenza.

A proposito di oggettivazione anche in sede clinica, oltre che ingegneristica, è il caso di ricordare che tutte le molteplici metodiche strumentali messe in campo negli ultimi anni per raggiungere una commensurabilità standardizzata alla sindrome algo-disfunzionale post-distorsiva cervicale si sono rivelate o sproporzionatamente dispendiose in termini cronologici ed economici, o assurdamente complesse rispetto all'entità delle poste scientifico-diagnostiche e monetarie in gioco.

Tutto ciò precisato sul piano accertativo, senza scomodare la giurisprudenza e la dottrina giuridica e medicolegale di questi ultimi anni sulla necessità di una valutazione personalizzata del danno biologico prima di tutto sul piano medicolegale – non soltanto in ambito civilistico, ma anche in ambito Inail, entro il quale verrebbero altrimenti a vanificarsi i motivi per i quali è stato introdotto il danno biologico – si può concludere nei seguenti termini metodologici, ispirati al notorio concetto della valutazione maggiorativa del danno ove concorrano preesistenze, oppure ogni altro fattore amplificativo del nocimento introdotto dall'evento dante causa la valutazione sullo stato anteriore del danneggiato.

E senza scomodare i migliori e consolidati insegnamenti dei maestri della medicina assicurativa, basterà qui richiamare i presupposti applicativi delle due tabelle medicolegali, concernenti rispettivamente le piccole e le grandi invalidità permanenti e della tabella Inail.

Nei «*Criteri Applicativi*» della prima è stato esplicitamente affermato che: «*nel caso in cui la menomazione interessi organi od apparati già sede di patologie o di esiti di patologie, le indicazioni date dalla tabella andranno modificate a seconda della effettiva incidenza delle preesistenze rispetto ai valori medi*» e che «*nella valutazione medicolegale si terrà conto, di volta in volta, della maggiore o minore incidenza di danni fra loro concorrenti, o coesistenti*».

Nella «*Premessa*» e nei «*Criteri Applicativi*» della seconda è stato chiaramente precisato che: «*fermo restando il valore indicativo della tabella [...] essendo il danno biologico, anche nella sua componente percentualizzabile, contrassegnato da una variabilità misurata sulle caratteristiche individuali della persona lesa*» hanno rilievo «*ad esempio lo stato anteriore, l'eventuale incidenza biologica dell'età e/o della differenza di sesso sulla tipologia della menomazione da valutare*»; e che, in totale conformità con quanto previsto per la tabella delle piccole invalidità permanenti: «*nel caso in cui la menomazione interessi organi o apparati già sede di patologie, o di esiti di patologie, le indicazioni date dalla tabella andranno modificate a seconda che le interazioni tra menomazioni e preesistenze aumentino, oppure diminuiscano il danno da lesione, rispetto ai valori medi*».

Anche in ambito Inail, nella nota guida all'uso della tabella del danno biologico, elaborata da G. Cimaglia e P. Rossi (edizione 2006, p. 35), si è ritenuto di dover precisare che: «*nelle nuove disposizioni, ovviamente, non si tratta più di valutare la diminuzione dell'attitudine al lavoro, ma il grado di menomazione riferibile al pregiudizio dell'efficienza psico-fisica del soggetto, comprensiva degli aspetti dinamico-relazionali*» per cui «*la determinazione del quantum avverrà sulla base di una valutazione che è lasciata alla professionalità e all'esperienza del medico legale [...] non essendo previsto dalla normativa recente il ricorso tassativo a formule matematiche*».

Inoltre, i predetti Autori hanno pure precisato (pp. 31-32) che: «*la tabella consente il superamento dei limiti percentuali pre-determinati all'interno delle fasce in tutti quei casi per i quali l'evidenza clinica è molto variabile per natura ed entità e, quindi, per se stessa non comprimibile all'interno di range pre-definiti*» essendo possibile che «*il corredo sintomatologico esuberi l'indicazione percentuale della fascia di appartenenza*» per cui «*in tal caso è possibile ricomprendere la sindrome menomativa in fascia d'invalidità superiore*».

In altri termini: una sensata procedura di corretta valutazione personalizzata del danno biologico anche in ambito Inail.

■ Bibliografia

1. Introna F., Rodriguez D., *Le piccole invalidità permanenti in responsabilità civile: valutazione medicolegale e costo economico.*, ed. Giuffrè, 1985.
2. Cailliet R. (trad. it. Di Pizzetti M.), *Il dolore cervico-brachiale*, Edi-Lombardo, 1990.

3. Vasapollo D. (a cura di), *I traumi minori della colonna vertebrale*, Atti congressuali (Bologna 21.10.1995), ed. Unipol Assic. e Cheiron srl, Bologna, 1997.
4. Mira E. (a cura di), *Il colpo di frusta*, Atti congressuali (Pavia, 29.9.1995), ed. Gruppo Formenti, 1996.
5. Buzzi F., *La distorsione cervicale: biomeccanica, patogenesi, diagnostica e valutazione medicolegale*, Edimes, Pavia, 1996.
6. Autori Vari degli Istituti di Medicina Legale di Napoli e Padova, *Indagine medicolegale sulle piccole invalidità permanenti*, ed. Ania, 1998.
7. Sartori T., Buzzi S., *La distorsione cervicale: dalla clinica al risarcimento*, Atti congressuali (Parma, 7.3.1997), ed. Assitalia, 1998.
8. Cannavò G. (a cura di), *De minimis curat praetor. I risarcimenti delle micropermanenti: moralmente necessari – necessariamente immorali?*, ed. Acomep, Pisa, 1999.
9. Autori Vari, *Il colpo di frusta cervicale. Analisi medico-ingegneristica, metodologie clinico-diagnostiche, valutazioni medicolegali*, ed. Ania e Aci, 2002.
10. Pascolo P.B., *Il colpo di frusta cervicale*, New Magazine Edizioni, 2004.



Approfondimenti



«Il colpo di frusta» cervicale: dalla clinica alla valutazione medico-legale*

a cura di **Sergio Lafisca** e **Luigi Ricciardi**

▼ 1. L'obiettivo

La Conferenza di Consenso polidisciplinare di Venezia sul «colpo di frusta» cervicale (Crowe, 1928) si è proposta di confrontare le conoscenze cliniche aggiornate sulla polimorfa patologia che può complicare le distorsioni del collo prodotte dai colpi di frusta, con la prassi medico-legale giudiziale e stragiudiziale spesso connotata da incertezze, sospetti e talora abusi allo scopo di individuare linee metodologiche diagnostiche, prognostiche e valutative idonee a fornire un supporto obiettivo alle valutazioni penali, civili ed assicurative.

Il «colpo di frusta» cervicale (*coup de lapin, whiplash injury*) è uno degli eventi traumatici statisticamente più frequenti negli incidenti del traffico, ed assume pertanto – all'interno di quella vera e propria malattia sociale che è la patologia traumatica dovuta ai sinistri stradali – una notevole rilevanza epidemiologica e quindi anche economica, per la notevole ricaduta dei costi a carico delle persone, della sanità e delle varie forme di previdenza pubblica e privata.

I costi per la sanità pubblica e privata non risultano essere stati finora quantificati in modo attendibile né è agevole calcolarli se non in termini di stima probabilistica. I costi per le assicurazioni private di responsabilità civile sono altrettanto elevati ma, a quanto risulta, neppure essi ancora globalmente calcolati se non in termini di prevalenza del fenomeno nei sinistri stradali. Minore, ma non per questo irrilevante, risulta l'incidenza sull'assicurazione privata contro gli infortu-

* *Intervento al Consensus Conference polidisciplinare (Venezia 16-17 aprile 1999) - Documento finale (17 aprile 1999)*. Riv. It. Medicina legale - 1999.

ni e sull'assicurazione sociale dall'Inail, sull'area del pubblico impiego dove è garantita la causalità di servizio e su altre forme di previdenza.

La definizione del «colpo di frusta» cervicale, per poter rispondere alle finalità, anche medico-legali, che la Conferenza di Consenso si è proposta, include opportunamente qualsiasi fattore causale traumatico che si eserciti sulle strutture del collo causando movimenti bruschi (di flessione ovvero anche di iperestensione ovvero di lateralità: quelle sollecitazioni traumatiche, cioè, che producono in genere una distorsione cervicale). Il movimento dell'estremità di una frusta consiste infatti, tipicamente, nell'oscillazione in direzioni opposte ed è analoga, pertanto all'oscillazione del capo in senso antero-posteriore, o laterale con fulcro sul collo.

È dunque opportuno includere nell'analisi sia i casi di tipico tamponamento automobilistico, che si caratterizza per una brusca accelerazione del capo seguita da iperestensione a cui taluni riservano, in senso stretto nomenclatura di colpo di frusta, sia i casi di impatto automobilistico frontale o laterale in cui si produce una decelerazione seguita da iperflessione del collo. Tale meccanismo può realizzarsi, ovviamente, anche in istanze diverse dai sinistri stradali che peraltro ne rappresentano la prevalente.

La concezione estensiva adottata dalla Conferenza di Consenso coincide, di fatto, con la definizione proposta nel rapporto della Quebec Force Classification on Whiplash Associated Disorders (Wad), pubblicata su Spine (20/88, 6S, 1995), la cui traduzione italiana è la seguente:

«Il colpo di frusta (*whiplash*) è un meccanismo accelerativo-decelerativo di trasferimento di energia sul collo che può conseguire a collisioni anteriori o laterali di veicoli a motore, ma può verificarsi anche per tuffi e altri incidenti; il trauma può dar luogo a lesioni dello scheletro o dei tessuti che possono a loro volta dar luogo a varie manifestazioni cliniche, denominate Whiplash-Associated Disorders».

Questa ampia definizione racchiude dunque, implicitamente, anche le distorsioni del collo dovute ad impatto anteriore anziché posteriore e, per quanto riguarda le conseguenze, sia i disturbi associati a sede cervicale che quelli extracervicali descritti dalla vasta letteratura casistica in materia sinora pubblicata e che la Quebec TaskForce ha calcolato in circa 10.000 voci.

Le spiegazioni patogenetiche della polimorfa patologia che può essere associata alla distorsione cervicale – la quale rappresenta nella maggioranza dei casi la lesione di base – si sono arricchite, nel corso degli anni, di dati sempre più approfonditi e convincenti, anche sulla scorta di ricerche sperimentali e di osservazioni sul cadavere. In tal modo si è ridotta l'area dei sintomi che in passato erano ritenuti privi di adeguata giustificazione e pertanto le conoscenze attuali sulla patologia da colpo di frusta cervicale, pur non potendo sempre avvalersi di strumenti decisivi di oggettivazione clinica, possono tuttavia consentire un approccio diagnostico differenziale più adeguato a distinguere i

casi di danno reale, da quelli in cui si annida la simulazione o la pretestazione di malattia. È questo, senza dubbio, un problema di importanza cruciale in quanto le specifiche caratteristiche cliniche dei disturbi associati al colpo di frusta cervicale favoriscono gli errori diagnostici e valutativi e si prestano in modo evidente, e conosciuto, alla frode medico-legale.

La classificazione della patologia associata, adottata dalla Quebec Task Force – limitata alle conseguenze cervicali del colpo di frusta a causa della specifica delimitazione dei compiti attribuiti alla Task Force – è stata ritenuta da questa Conferenza di Consenso solo il punto di partenza per una classificazione più ampia ed articolata. L'obiettivo di globale analisi e metodologia a fini medico-legali, che la Conferenza di Consenso si è prefisso, non giustificherebbe, infatti, l'esclusione delle fratture e lussazioni cervicali né della patologia extracervicale.

La Conferenza di Consenso di Venezia ritiene dunque indispensabile, quantomeno sotto il profilo medico-legale, includere nel vasto e variegato capitolo degli Whiplash-Associated Disorders tutte le possibili conseguenze del meccanismo accelerativo-decelerativo di trasferimento di energia a livello del collo che caratterizza la distorsione cervicale sotto il profilo eziopatogenetico. Tale scelta è resa necessaria dall'esigenza medico-legale di «imputare» eziologicamente qualsiasi conseguenza dell'evento traumatico che produce il colpo di frusta cervicale e quindi anche le lussazioni e le fratture cervicali che non di rado vengono contestate relativamente al nesso causale.

▼ 2. Il meccanismo lesivo e le sue conseguenze anatomiche funzionali e cliniche

Le ricerche moderne di bio-ingegneria hanno chiarito sempre più approfonditamente le dinamiche di questi eventi nell'ambito degli incidenti del traffico inducendo a proposte di ulteriori miglioramenti, peraltro non appieno risolutivi, delle misure di sicurezza adottate nella costruzione degli autoveicoli.

Il meccanismo eziologico di base può mettere in moto percorsi patogenetici diversi, che estendono le conseguenze patologiche dalle strutture muscolari, legamentose, ossee, osteoarticolari e nervose del collo (midollo spinale, simpatico, radici nervose), al capo, potendo coinvolgere, con maggiore frequenza, l'apparato vestibolare, ma talora anche l'apparato visivo, aree diverse dell'encefalo, e l'apparato stomatognatico e dar luogo talvolta anche a reazioni psichiche di tipo nevrotico o depressivo.

Alla produzione di questa varietà di conseguenze possono concorrere fattori anatomici, fisiologici e patologici, spesso connessi all'età, concause (prevalentemente ma non esclusivamente preesistenti e costituenti lo stato anteriore), la cui rilevanza medico-le-

gale è diversa nell'ambito penale, civile ed assicurativo sociale rispetto a quello assicurativo privato.

Il quadro clinico più comune, che riguarda una larga maggioranza di casi, è caratterizzato da dolori al collo con riduzione prevalentemente antalgica dei movimenti attivi e passivi, spesso associata a spasmo muscolare e può esprimersi con differente gravità soggettiva e obiettiva, in relazione all'entità delle lesioni dei tessuti molli tra cui emorragie, distrazioni pseudo-legamentose, tendinee e muscolari, lesioni dei dischi intervertebrali.

In un numero minore di casi sono coinvolte le radici nervose del collo e/o il sistema simpatico ed è frequente l'associazione di turbi vertiginose dovute a meccanismi ormai noti di interessamento diretto dell'apparato vestibolare o indiretto, attraverso la sofferenza ischemica arteriosa o dei propriocettori del collo. In altri casi le lesioni si estendono a interessare le vertebre e le articolazioni vertebrali, talora con lesioni midollari, ed infine anche l'encefalo attraverso meccanismi vascolari o concussivi diretti.

La natura ed entità delle conseguenze lesive maggiori, immediate e, consecutive, pur riguardando una percentuale modesta della casistica sono tali da meritare una loro aggiornata conoscenza da parte dei clinici medici legali affinché i pregiudizi e i sospetti che gravano sulla patologia da colpo di frusta – principalmente a causa degli abusi correlati a difficoltà di oggettivazione diagnostica – non producano inadeguatezza terapeutiche ed errori valutativi medico-legali, sia in sede penale che in civile, previdenziale e assicurativa privata.

La casistica, pertanto, è molto polimorfa, con uno spettro di differenti conseguenze la cui natura implica l'intervento di competenze disciplinari diverse.

La classificazione dei casi può seguire criteri diversi.

La Quebec Classification of Whiplash-Associated Disorders (1995) è costituita da un grado 0 (zero) – assenza di disturbi al collo – e da quattro gradi di manifestazioni cliniche. I gradi comprendono i casi di semplice sintomatologia dolorosa al collo (I), quelli cui si associano sintomi oggettivi (grado 2) e quelli con sintomi neurologici (grado 3). A parte (grado 4) è considerata la casistica in cui sono incluse fratture o dislocazioni vertebrali cervicali.

Sotto il profilo medico-legale appare indispensabile una classificazione più articolata, che ha lo scopo di aiutare il medico a tenere presenti possibili conseguenze della distorsione cervicale a livello delle diverse strutture che possono subirle e ciò al fine di evitare il rischio di errori nell'attribuzione causale dei disturbi.

A questo unico scopo la Conferenza di Consenso ritiene dunque opportuno raggruppare i casi, quali risultano dalla corrente esperienza clinico-forense, in sette classi, cioè in un numero maggiore di categorie rispetto alla Quebec Classification (Qc). Tali classi, pur essendo caratterizzate da una crescente gravità clinica, non intendono costitui-

re parametri per fasce di valutazione percentuale del danno, specie perché la diversità dei quadri che risultano inclusi in talune classi è tale da non consentirlo:

- colpi di frusta con sintomatologia soggettiva temporanea a carico di strutture deputate alla motilità del collo (equivalente al grado 1 della Qc) ovvero anche oggettiva (grado 2 della Qc), esaurita senza postumi;
- colpi di frusta con analoga sintomatologia, ed allegata persistenza – anche per anni – di una sintomatologia dolorosa locale e/o irradiata agli arti superiori, peraltro simulata nella sua realtà o nella sua intensità;
- colpi di frusta con cervicgia reale protratta, spesso associata a brachialgia monolaterale o bilaterale, frequentemente concausata da preesistente cervicoartrosi, talora connotata da sofferenze radicolari maggiori; frequentemente associata con turbe strumentalmente oggettivabili dell'apparato vestibolare, più raramente dell'apparato uditivo, della vista, dell'apparato stomatologico (cosiddetti colpi di frusta «mandibolari»);
- colpi di frusta, spesso con dislocazione vertebrale, con conseguente discopatia unica o plurima (spesso non accertabile strumentalmente), protrusione discale o ernia discale a manifestazione clinica immediata o consecutiva;
- colpi di frusta di rilevante entità con conseguenti fratture e/o lussazioni-vertebrali amieliche;
- colpi di frusta con lesione midollare, frequentemente dovuta a frattura e/o lussazione vertebrale;
- colpi di frusta con sofferenza di aree cerebrali dovuta a meccanismo diretto di concussione ovvero da spasmo temporaneo delle vertebrali.

▼ 3. La diagnosi clinica e medico-legale

La diagnosi di «colpo di frusta cervicale» è molto spesso impropriamente formulata nei referti di Ps al pari di quella altrettanto impropria di «trauma cranico». Queste formule pseudodiagnostiche hanno infatti un mero significato anamnestico cioè sono la registrazione delle dichiarazioni del paziente, o di chi lo accompagna, di aver subito un incidente nel quale si è attuato il meccanismo eziologico traumatico del colpo di frusta o di una contusione al capo.

La vera e propria diagnosi clinica deve invece menzionare esplicitamente i sintomi soggettivi lamentati dal paziente che ha subito la lesione cervicale (dolori al collo, eventualmente irradiati agli arti superiori, limitazione dei movimenti, cefalea, vertigini, nausea, disfagia, raucedine, dolori temporo-mandibolari) e quelli oggettivi, spesso di difficile ed incerta individuazione.

Le indagini comunemente eseguite presso il Pronto Soccorso si limitano, in genere, ad una breve raccolta dell'anamnesi, ad una visita sommaria (spesso insufficiente se il medico deve occuparsi di eventuali lesioni serie subite dallo stesso paziente, localizzate in sede diversa dal collo) e spesso da un esame radiologico della colonna cervicale – non sempre in due proiezioni – seguito frequentemente dalla prescrizione di impiego temporaneo di un collare. È oggi unanime l'opinione secondo cui gli esami radiologici costituiscono un importante mezzo diagnostico, a condizione che si eseguano una proiezione antero-posteriore, una laterale ed una a bocca aperta: si tratta pertanto di esami da raccomandare al fine di una diagnosi motivata, compatibili con le esigenze e le limitazioni dei Pronto Soccorso.

La documentazione clinica successiva, concernente il primo periodo post-traumatico, è spesso limitata a laconici certificati di proroga prognosi e di prosecuzione della terapia. Solo in un tempo posteriore di settimane, od anche di qualche mese, la certificazione si arricchisce in non pochi casi, dei risultati di nuovi accertamenti tra i quali possono figurare, oltre a nuovi esami radiologici standard, esami Tc delle strutture ossee del collo, Rmn delle parti molli e del midollo, esami elettroencefalografici, elettromiografici, otovestibolari (prevalentemente la prova calorica o rotatoria), oculistici, neurologici, odontostomatologici, talora psicologici.

Questa estensione di indagini cliniche e strumentali può essere causata da una reale persistenza di disturbi, o da una loro accentuazione o dalla comparsa di sintomi a carico di altri apparati; ovvero, al contrario, dalla costruzione orchestrata di una patologia inesistente il che, purtroppo, può realizzarsi solo con il concorso doloso o colposo dei medici ed è la causa di accuse e sospetti che gravano sulla categoria oltre che sui danneggiati.

L'oggettivazione dei vari quadri clinici che realmente possono far seguito ad un colpo di frusta cervicale – da quelli più modesti a quelli più gravi a carico dei differenti apparati che sono stati elencati nei sette gruppi – può oggi avvalersi in modo soddisfacente degli attuali strumenti della semeiologia clinica e strumentale a condizione che i medici cui il caso è affidato conoscano in modo approfondito la varietà delle possibili conseguenze del colpo di frusta, e siano pertanto in grado di indirizzare il paziente verso le competenze specialistiche idonee a fornire risposte diagnostiche attendibili e convincenti.

L'ampliamento delle indagini incontra invero frequenti difficoltà in sede medico-legale a causa dei costi economici di esami plurimi e della non rara riluttanza dei periziandi a sottoporsi ad una serie di visite. È ragionevole, pertanto, limitare le indagini più ampie ed approfondite a quei casi che appaiono realmente meritevoli secondo la valutazione di medici esperti.

È questa una esigenza che promana prevalentemente, seppure non esclusivamente, dagli obiettivi della valutazione medico-legale.

Infatti i problemi di obiettivazione diagnostica a scopi puramente clinici sono in genere marginali in relazione alla scarsità delle risorse terapeutiche disponibili, le quali affidano soprattutto al tempo la scomparsa progressiva, completa o parziale, della sintomatologia. Il clinico, inoltre, può avvalersi della collaborazione del paziente, che attenua in modo rilevante le difficoltà diagnostiche, rende marginale la prova del rapporto eziologico, facilita l'impostazione terapeutica spesso soltanto sintomatica.

Per il medico legale, invece, i problemi sono più rilevanti e spesso di difficile soluzione specie a causa della scarsa collaborazione del periziando, e si riscontrano spesso anche nel rapporto con il proprio consulente di parte e non soltanto nei confronti del medico della compagnia o del consulente del tribunale. Esistono invero anche aree della patologia forense nelle quali la diagnosi e la diagnosi eziologica sono semplici, ma altrettanto numerose sono invece quelle che presentano difficoltà rilevanti sia in ragione dell'ampio spettro delle possibili conseguenze, sia a causa della scarsa oggettività dei sintomi. La patologia da colpo di frusta si colloca proprio in questa seconda categoria presentando difficoltà di diagnosi oggettiva, di diagnosi eziologica e di prognosi.

In sede medico-legale, d'altro canto, l'entità del costo economico di risarcimenti ed indennizzi è tale da richiedere il massimo impegno per distinguere patologie reali da esagerazioni o simulazioni molto frequenti.

Ragioni obiettive di giustizia, peraltro, evidenziano che esiste un pur ridotto numero di casi che si connotano per conseguenze serie, talora molto gravi, della distorsione cervicale, e che spesso vengono sottovalutate o negate in sede medico-legale a causa dell'insufficiente conoscenza, da parte dei medici valutatori, di tali varietà delle complicanze dei colpi di frusta.

Le classi dalla I alla III elencate rappresentano la grande maggioranza dei casi e presentano principalmente problemi di oggettività clinica circa la loro reale sussistenza e l'entità del disturbo, mentre appare minore il problema della diagnosi eziologica se i dati sono inequivocabili (referti medici attendibili) pur essendo sempre possibile l'errore nella ricostruzioni dell'evento.

Ai fini del giudizio sul rapporto causale è da ritenere ormai riconosciuta l'infondatezza scientifica della pretesa di una correlazione proporzionale tra entità del danno-macchina e natura ed entità del danno da colpo di frusta.

In una parte della classe III e nelle classi dalla IV alla VII, si hanno i casi clinicamente più eterogenei, fonte di discussione frequente perché spesso il rapporto causale con l'evento traumatico viene messo in discussione in modo non raramente troppo fiscale. Tale situazione è probabilmente il riflesso psicologico dell'inflazione dei colpi di frusta, e della troppo frequente simulazione di danni permanenti che in realtà non sussistono, che inducono ad avere dubbi e sospetti. Ma è anche la conseguenza dell'imparazione di molti consulenti medici legali, i quali sembrano spesso non conoscere la

quota più grave e più polimorfa della patologia conseguente al colpo di frusta cervicale benché essa sia descritta ormai in centinaia di articoli scientifici pubblicati sulle riviste più accreditate.

La soluzione pratica di problemi così articolati non può che derivare primariamente da una aggiornata informazione scientifica a tutto campo. Sotto questo profilo appare utile la preparazione di un sintetico manuale informativo che raccolga, oltre alla traduzione italiana del testo della Quebec Task Force pubblicato sul supplemento di *Spine* dell'aprile 1995, anche un elenco, desumibile da Medline od altre banche dati di lavori sull'argomento divisi in categorie: casistica – con particolare riguardo ai casi più singolari – statistica medico-legale.

Solo l'aggiornamento scientifico globale può permettere la preparazione delle linee-guida di cui questa conferenza di consenso intende gettare le basi conferendone ad una apposita commissione la redazione in tempi brevi.

Tali linee-guida devono essere realistiche, commisurate alle difficoltà dei Pronto Soccorso o comunque dei medici cui spettano le diagnosi iniziali e devono quindi anche tener conto della irrealizzabilità di indagini sistematiche estese, da riservarsi a casi in cui esistano disturbi particolari e quadri incerti.

Poiché la grande maggioranza dei casi è costituita da sintomi locali a prognosi benigna, nella prima fase è da ritenere sufficiente l'esame clinico immediato, con il completamento di un esame radiologico standard la cui refertazione, oltre ad indicare eventuali fratture, discopatie, quadri artrosici, inversione della lordosi, dovrebbe segnalare l'esistenza di un canale midollare largo o stretto. Infatti i canali midollari stretti impongono una più attenta sorveglianza del paziente perché possono essere concausa di patologie cervicali di rilievo che insorgono a distanza di molto tempo.

La frequente denuncia, da parte del paziente, di vertigini, deve indurre ad un esame vestibolare in tempi precoci, preferibilmente mediante elettro-nistagmografia. Si tratta di un esame facilmente accessibile il quale, non evidenziando sofferenze attribuibili ad altre cause, può assumere il rilevante significato di evidenza della realtà dei disturbi lamentati a carico dell'apparato vestibolare ma, indirettamente, anche della probabile attendibilità di eventuali altri sintomi. Attualmente la stabilometria appare tuttavia il metodo più raccomandabile per la sua facilità esecutiva, per la sua specificità e sensibilità e per il valore diagnostico che si accentua in associazione con la prova rotatoria. È pertanto auspicabile che in tempi brevi se ne estenda l'uso presso i reparti di otorinolaringoiatria.

Solo quando la patologia si estenda ad altri apparati, ma ciò avviene più raramente, è indispensabile ampliare l'indagine scegliendo, caso per caso, il percorso semeiologico più opportuno alle finalità cliniche e medico-legali.

▼ 4. La terapia, la prognosi, la valutazione medico-legale del danno e la patologia professionale

La terapia della polimorfa patologia conseguente ai colpi di frusta cervicale è il più delle volte sintomatica, sia nei confronti dei sintomi immediati che in quelli consecutivi. Sono talora lamentati errori iniziali di pronto soccorso – specie quando sussistano fratture e lussazioni – o errori diagnostici successivi che possono attivare ipotesi di responsabilità medica. E sono anche discusse, talora, le cure riabilitative: da molti viene raccomandato di evitare un prolungato impiego del collare per la patologia dolorosa del collo.

La prognosi ha fondamentale rilevanza medico-legale. Infatti le valutazioni in sede penale ed in sede civile implicano sempre, dopo la diagnosi eziologica e la diagnosi dei disturbi reali, la prognosi di guarigione ovvero di cronicizzazione, e quindi di «permanenza», indispensabile per la qualificazione di indebolimento permanente *ex art.* 583 c.p.

In alcuni casi solo controlli a distanza di tempo possono fornire elementi di giudizio a supporto di una prognosi di permanenza; ciò spesso contrasta con le esigenze di rapide conclusioni extragiudiziali dei casi. Non è raro, tuttavia, che dopo una conclusione iniziale sia seguita, per il sopraggiungere di disturbi imprevisi, richiesta giudiziaria di revisione, nei limiti ammessi dalla vigente giurisprudenza in materia.

È da ritenere comunque opportuna, da parte dei medici legali, la prudenza prognostica, realizzabile appunto, quando possibile – relativamente ai casi meno semplici – attraverso visite di controllo iniziate nel tempo. La valutazione medico-legale del danno penale, civile e assicurativo da attuarsi quando siano risolti i problemi di obiettività della lesione e del nesso causale, deve seguire le regole imposte dai contratti di ciascuna area che non possono essere incluse in una raccomandazione come questa, espressa alla conclusione di una Conferenza polidisciplinare di Consenso.

Pertanto si ritiene indispensabile richiamare in questa sede, soprattutto gli obblighi deontologici professionali che il clinico e il medico legale devono rispettare, e che, seppure riguardino qualsiasi caso di cui siano chiamati ad occuparsi, occupano un posto di rilievo nell'ambito della lesività da colpo di frusta cervicale in cui interessi diversi possono indurre il medico a dimenticare il proprio dovere di prudenza e di obiettività, prestandosi, colposamente ovvero volontariamente, ai frequenti abusi connotati prevalentemente da amplificazioni di quadri clinici esistenti ovvero addirittura insistenti; ovvero prestandosi, al contrario, a minimizzare ingiustamente o addirittura negare quadri clinici esistenti, e negarne ingiustificatamente il rapporto causale con il colpo di frusta.

Il Capo IV (Medicina legale) del nuovo Codice di deontologia medica (ottobre 1998) recita all'art. 64 (Compiti e funzioni medico-legali): «nell'espletamento dei compiti e delle funzioni di natura medico-legale, il medico deve essere consapevole delle gravi

implicazioni penali, civili, amministrative e assicurative che tali compiti e funzioni possono comportare e deve procedere, sul piano tecnico, in modo da soddisfare le esigenze giuridiche attinenti al caso in esame nel rispetto della verità della scienza, dei diritti della persona e delle norme del presente Codice di deontologia medica. Il medico curante non può svolgere funzioni medico-legali di ufficio o di controparte in casi che interessano la persona da lui assistita». Anche altri articoli del Codice deontologico (in particolare l'art. 5, Esercizio dell'attività professionale e l'art. 18 Competenza professionale) richiamano tassativamente analoghi doveri di obiettività nel rispetto della verità scientifica e clinica, da un lato, degli interessi di singoli e di quelli della società intera che, a causa delle conseguenze dell'elevato numero dei colpi di frusta, reali o presunti, sopporta assai rilevanti costi economici a livello della sanità, della previdenza pubblica e privata.

■ La prevenzione

L'esperienza clinica e medico-legale accumulata per i frequentissimi colpi di frusta cervicale, deve stimolare anche analisi e valutazioni mirate ad individuare aspetti dell'eziologia che possano essere attenuati mediante misure di prevenzione. La sinistrosità stradale è notoriamente causata da una molteplicità di fattori variabili, concernenti sia il fattore uomo sia il fattore macchina ed il fattore strada. Il meccanismo del colpo di frusta riconosce la possibilità di interventi migliorativi soprattutto a livello del fattore macchina, come è riconosciuto da molti anni. Lo sviluppo dei sistemi di sicurezza ha infatti portato all'inserimento sistematico dei poggia-testa, delle cinture di sicurezza e quindi degli air-bags, accessori di indubbia utilità ed efficacia anche relativamente ai colpi di frusta. Gli studi recenti, riferiti anche nel corso della Conferenza di Consenso, dimostrano peraltro che altri miglioramenti sono possibili specie nell'ottimizzazione dei sedili delle autovetture, cui è auspicabile che l'industria dedichi ulteriore impegno.

Apporto delle indagini elettrofisiologiche alle patologie del rachide*

di **Enrico Alfonsi****

Le metodiche elettrofisiologiche rappresentano attualmente uno dei mezzi diagnostici più utilizzati nello studio delle patologie del rachide che coinvolgono sia le radici spinali sia il midollo spinale.

Le radicolopatie rappresentano una delle più comuni patologie afferenti ai laboratori di Emg. Anche con l'avvento di tecniche strumentali neuroradiologiche sofisticate come la Tc e la Rmn l'elettromiografia continua ad avere un ruolo estremamente importante fra le metodiche di valutazione di tali quadri clinici. Spesso particolari forme di sofferenza radicolare di origine infettiva, infiltrativa, demielinizzante o da lesione infartuale vascolo-nervosa non sono documentabili con le indagini neuroradiologiche ma solo, indirettamente, con l'Emg. Se poi le indagini neuroradiologiche sono in grado di visualizzare le alterazioni morfologiche che coinvolgono le radici ed il midollo, il danno funzionale è valutabile con l'Emg. Tuttavia è necessario conoscere anche i limiti della metodica in questione nella valutazione delle radicolopatie che spesso possono essere presenti e non risultare rilevabili dall'indagine Emg; ciò è dovuto sia ai tempi dell'esame rispetto all'esordio dei sintomi sia al tipo di fibre coinvolte dalla sofferenza radicolare (se sono coinvolte solo fibre sensitive il quadro Emg risulterà per lo più negativo) sia, infine, al tipo di danno della radice: se il danno funzionale non comporta un'alterazione della conduzione delle fibre nervose mieliniche di grosso e medio calibro, ma solo delle fibre nocicettive di piccolo calibro il quadro elettrofisiologico risulterà negativo e si assocerà a un quadro clinico essenzialmente di tipo doloroso (forme radicolari irritative).

* IX Congresso Internazionale Siver «Il rachide lombare».

** Enrico Alfonsi, Responsabile Uo di neurofisiopatologia del Territorio Irccs Istituto neurologico «C. Mondino» Pavia.

L'esame Emg deve essere impostato seguendo rigidamente le indicazioni dell'esame clinico, in quanto può fornirci informazioni utili a confermare o meno il sospetto clinico ed a quantificare il danno funzionale. Nel primo caso l'indagine Emg comporta la possibilità di valutare diagnosi differenziali spesso molto complicate come con plessopatie o con alcune neuropatie da compressione; queste ultime talora associate al quadro radicolopatico.

L'indagine di elettrofisiologia convenzionale si basa su due metodologie convenzionali:

- lo studio delle conduzione nervose periferiche o elettro-neurografia;
- lo studio elettromiografico mediante ago-elettrodo coassiale.

▼ Indagini elettro-neurografiche

Nei pazienti con radicolopatia lo studio della conduzione nervosa mostra normali valori delle velocità di conduzione sia motorie sia sensitive. Sebbene alcune anomalie motorie sono osservate talvolta nelle radicolopatie, la ragione più importante per eseguire studi della conduzione è quella di escludere altre condizioni che possano assomigliare alle radicolopatie, quali, ad esempio, le neuropatie da intrappolamento nervoso e le plessopatie. Il caso di sofferenza all'arto superiore, lesioni del nervo ulnare al gomito e del nervo mediano al polso (sindrome del tunnel carpale) possono in tal modo essere escluse.

Sia la neuropatia ulnare sia la radicolopatia C8 possono entrambe presentare dolore all'arto con associazione di parestesie o ipoestesia al V e IV dito della mano.

Analogamente, dolore al braccio con parestesie che coinvolgono pollice, indice e medio, possono essere osservate nelle radicolopatie C6/C7 e nella sindrome del tunnel carpale.

Nel caso di sintomi localizzati all'arto inferiore sia la neuropatia del nervo peroneo sia la radicolopatia L5 possono presentarsi con dolore alla gamba accompagnato da deficit dei dorsiflessori del piede e delle dita e da parestesie localizzate al dorso del piede ed al margine laterale del polpaccio. Nei casi più severi, la diagnosi differenziale clinica fra una radicolopatia ed un'entrapment è usualmente facile. Nei casi lievi ed iniziali, tuttavia, tale distinzione è spesso molto difficile e la conduzione nervosa è utile nel dimostrare o escludere una sofferenza focale da compressione.

In base ai meccanismi fisiopatologici ed al livello della lesione nelle radicolopatie possono essere osservate alterazioni sia nella conduzione nervosa motoria sia nelle risposte F. Se la lesione è preminentemente demielinizzante gli assoni motori studiati rimangono intatti. In questo caso, ciascuno studio motorio stimolando e registrando distalmente mostreranno una latenza distale, una velocità di conduzione ed un'ampiezza dei Cmap nella norma. La sola anomalia possibile potrà essere la latenza minima dell'on-

da F poiché tale onda esplora i tratti distali e prossimali dei nervi motori; anomalie della latenza dell'onda F suggeriscono pertanto la presenza di una lesione prossimale in assenza di alterazioni della conduzione motoria per gli altri parametri esaminati.

All'arto superiore l'onda F è esplorata routinariamente a livello dei nervi mediano ed ulnare; tali nervi sono innervati preminentemente dalle radici C8 e T1. Tuttavia queste radici sono coinvolte raramente da radicolopatie compressive. I siti più comunemente interessati dalle radicolopatie compressive: C5, C6 e C7, territori coinvolti più comunemente da patologie disco-artrosiche, non comportano un interessamento della conduzione dell'onda F dei nervi mediano ed ulnare.

La situazione è diversa se si esplora l'arto inferiore. I muscoli registrati distalmente a livello dei nervi peroneo e tibiale (estensore breve delle dita ed abducente dell'alluce) sono innervati dalle radici L5-S1/S2, che sono spesso interessate dalla compressione radicolare. Pertanto nelle radicolopatie L5-S1 le risposte F dei nervi tibiale e peroneo possono essere prolungate specialmente se confrontate con l'arto controlaterale.

Il riflesso H è anch'esso occasionalmente utile nelle radicolopatie localizzate all'arto inferiore. Il riflesso H registrato dal muscolo soleo può essere usato per valutare solo una possibile radicolopia S1 ed è più utile quando il lato sintomatico è confrontato con quello asintomatico. Tale riflesso rappresenta il corretto elettrofisiologico del riflesso achilleo; pertanto esso può essere ritardato o assente in ogni lesione che riduce il riflesso achilleo comprese le polinevriti, la lesione del nervo sciatico, la plessopatia lombosacrale, la radicolopia S1. Sfortunatamente, la combinazione di una conduzione motoria distale normale con un riflesso H rallentata non può permetterci di differenziare una radicolopia da una plessopatia ma può, comunque, suggerire che la lesione nervosa è prossimale.

Se i meccanismi fisiopatologici della compressione radicolare determinano una perdita di assoni motori in tal caso le anomalie correlate a tale disturbo possono essere osservate dallo studio della conduzione nervosa motoria. Anche in tal caso tuttavia, le anomalie sono osservabili solo se la compressione radicolare interessa il nervo esplorato. L'assonopatia determina frequentemente una riduzione dell'ampiezza del Cmap con, solo raramente, un lieve rallentamento della velocità di conduzione ed un lieve allungamento della latenza distale, specialmente se sono coinvolte le fibre nervose di maggior calibro. I più frequenti riscontri in tali condizioni sono quelli di una riduzione dell'ampiezza dei Cmap, soprattutto se confrontata con i valori ottenuti dallo stesso nervo controlateralmente.

I lievi rallentamenti della velocità di conduzione eventualmente rilevabili ed il lieve allungamento dalla latenza distale non dovrebbero tuttavia mai oltrepassare i valori propri del range da demielinizzazione delle fibre nervose.

Gli studi della conduzione sensitiva rappresentano la parte più importante nella valu-

tazione delle radicolopatie. Il potenziale d'azione sensitivo (Snap o Sap) rimane normale nelle lesioni prossimali al ganglio spinale dorsale. Quasi tutte le radicolopatie, incluse quelle da ernia del disco e da spondilosi comportano un danno radicolare prossimale all'origine del ganglio della radice dorsale.

Al contrario, lesioni distali al ganglio della radice dorsale determinano una riduzione dell'ampiezza del Sap se associata a perdita assonale. Pertanto lesioni del plesso e del nervo periferico di nervi sia distali sia prossimali sono associate con Sap di ridotta ampiezza, mentre lesioni delle radici nervose mostrano Sap di normale ampiezza.

Pertanto la normalità di ampiezza del Sap in presenza di un quadro clinico di deficit sensitivo di tipo periferico ci consente di definire con sufficiente approssimazione se la lesione è prossimale al ganglio della radice dorsale; sebbene vi siano casi come quelli di una lesione demielinizzante prossimale in cui, anche distalmente al ganglio della radice dorsale, l'ampiezza del Sap risulterà nella norma.

▼ **Esame Elettromiografico**

La strategia dell'esame Emg nelle radicolopatie è relativamente semplice: vengono studiati i muscoli distali, quelli prossimali ed i muscoli paraspinali del lato affetto, cercando le anomalie in ciascuno dei singoli miotomi esplorabili. In tal modo è possibile valutare se l'estensione della sofferenza neurogena rilevabile con tale indagine si estenda oltre la distribuzione di un nervo periferico e sia limitata a quella di una o più radici spinali. È pertanto importante escludere una mononeuropatia, una polineuropatia o processi più diffusi che possano giustificare segni e sintomi clinici.

Esistono pertanto una serie di regole da seguire nell'intraprendere uno studio Emg di sospetta radicolopia:

- devono essere valutati i muscoli di uno stesso miotomo ma appartenenti a differenti nervi per escludere una mononeuropatia;
- dovrebbero essere esaminati muscoli distali e prossimali appartenenti agli stessi miotomi per escludere una differenza significativa nelle anomalie (un gradiente della sofferenza neurogena) fra sede distale e prossimale come avviene per lo più nelle polineuropatie;
- i muscoli paraspinali dovrebbero essere sempre esaminati. Il muscolo paraspinale è innervato dal ramo dorsale che nasce direttamente dai nervi spinali. Le anomalie neuropatiche in questi muscoli quasi sempre implicano una lesione a livello o prossimamente alla radice nervosa. Oltre alla normalità della conduzione nervosa sensitiva, le anomalie neurogene dei muscoli paraspinali differenziano in modo definitivo una radicolopia da una plessopatia.

Esistono una serie di limiti tecnici e neurofisiologici nella sensibilità diagnostica dell'indagine elettromiografica per lo studio delle radicolopatie:

- 1) se la lesione è acuta l'esame Emg è facilmente normale, a prescindere dalla gravità del quadro clinico: nelle prime 2 settimane i segni Emg di sofferenza neurogena (attività da denervazione a riposo e segni di reinnervazione collaterale) non sono presenti;
- 2) se la radicolopatia è puramente demialinizzata, il quadro Emg sarà normale;
- 3) se è presente un'alterazione solo sensitiva da compressione delle fibre radicolari posteriori lo studio elettromiografico è in genere nella norma;
- 4) è possibile un danno disomogeneo dal punto di vista quantitativo all'interno del miomero della radice compressa per la possibilità di una compromissione parziale delle fibre nervose radicolari;
- 5) i muscoli paraspinali possono essere normali anche in caso di sofferenza radicolare. È un evento raro ma può accadere sia perché sono stati risparmiati gli assoni motori che formano il ramo dorsale della radice sia per un errore nella selezione del muscolo da analizzare;
- 6) la documentazione di una sofferenza neurogena a livello dei muscoli paraspinali è utile per identificare una radicolopatia ma non per stabilire il livello segmentale della lesione radicolare: vi è un'innervazione pluri-radicolare (radici superiori ed inferiori al metamero considerato, specie nei fasci muscolari più superficiali) a livello dei singoli muscoli paraspinali;
- 7) i segni elettrofisiologici di denervazione possono persistere nei muscoli paraspinali dopo l'intervento chirurgico anche se eseguito con successo: possibile conseguenza dell'incisione sulla muscolatura paravertebrale (mai eseguire un'indagine Emg sui muscoli paravertebrali che hanno subito un intervento chirurgico);
- 8) è possibile che solo i muscoli distali di un miomero e non quelli paravertebrali siano interessati in una radicolopatia. Ciò avviene in particolare quando vi è una cronicizzazione del quadro clinico: ciò è dovuto a fenomeni di reinnervazione in atto che possono facilmente interessare prima la muscolatura più prossimale del miotomo interessato e poi quella distale;
- 9) molto frequentemente i segni elettromiografici non sono evidenziabili nelle sindromi da canale stretto lombosacrale o cervicale. Poiché la compressione radicolare è intermittente e legata a particolari posture assunte dal paziente («claudicatio neurogena») il quadro elettrofisiologico è spesso nella norma;
- 10) la presenza di fibrillazione o altri segni di denervazione a livello dei muscoli paraspinali non implica necessariamente la presenza di una radicolopatia. Infatti molte altre patologie possono determinare tali aspetti elettromiografici. Fra queste ricordiamo le miopatie prossimali con infiammazione e necrosi (polimiosite), le ma-

lattie dei motoneuroni, il botulismo e le polineuropatie che interessano i rami dorsali delle radici spinali (S. di Gbs polinevrite/poliradicolite diabetica);

- 11) nella vecchiaia non è possibile differenziare una polineuropatia distale cronica da una radicolopatia cronica lieve, distale e bilaterale che coinvolga i metameri L5/S1. È infatti necessario considerare le seguenti modificazioni para-fisiologiche dei nervi periferici legate all'invecchiamento:
- a) l'ampiezza dei Sap dei nervi surale e peroneo superficiale è appena ai limiti inferiori della norma;
 - b) le ampiezze dei Cmap dei nervi peroneo e tibiale sono lievemente ridotte e tali nervi presentano un lieve rallentamento della conduzione;
 - c) le latenze delle risposte F e del riflesso H dei nervi peroneo e tibiale sono lievemente allungate;
 - d) le variazioni legate a fenomeni di denervazione e reinnervazione sono presenti nei muscoli degli arti inferiori;
 - e) la conduzione nervosa ed i segni elettromiografici sono invece normali a livello degli arti superiori.

In conclusione, quanto emerge da questa rapida revisione indica che lo studio elettrofisiologico è solo un corollario, sebbene fondamentale, alla valutazione clinica. L'impressione finale non deve mai basarsi su un unico segno elettrofisiologico ma piuttosto sulla combinazione degli aspetti elettrofisiologici derivanti dalle indagini elettromiografiche ed elettroneurografiche unite alle impressioni derivanti dall'esame clinico.

■ Bibliografia

- Geckle D.S., Hlavin M.L., *Spondylosis and Disc Disease*, in M.A. Samuels, S. Feske (eds), *Office Practice of Neurology*, New York, Churchill Livingstone, 1995.
- Wilbourn A.J., *Radiculopathies*, in W.F. Brown, C.F. Bolton (eds), *Clinical Electromyography*, (2nd ed.), Boston, Butterworth, 1993.
- Materiale liberamente tratto dal sito Cecv – Centro Europeo Colonna Vertebrale all'indirizzo internet: <http://www.cecv.it/italiano/articoli/neurologia/ixsirer>.



