



Università degli Studi
di Genova



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
POLO UNIVERSITARIO SAVONESE
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLOSCHIELETRICI
ANNO ACCADEMICO 2008/2009
in collaborazione con la Libera Università di Bruxelles

LOMBALGIA E CANOTTAGGIO:
ASPETTI EPIDEMIOLOGICI, EZIOLOGICI E
RIABILITATIVI

Relatore:

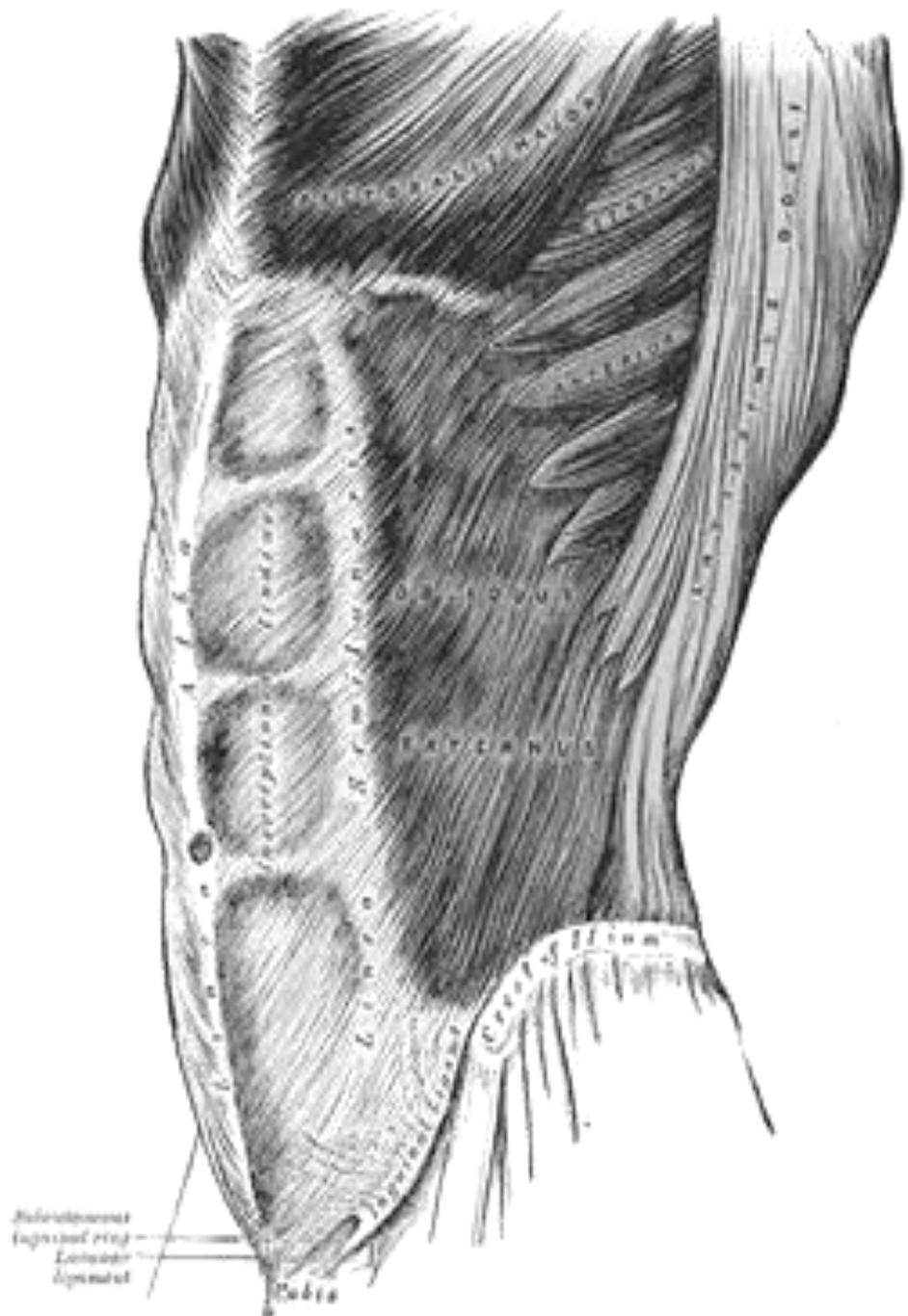
Dott. Mag.le Maselli Filippo

Candidato:

Dott. Nicoli Piercarlo

INDICE

Capitolo 1: ABSTRACT	pag. 3
Capitolo 2: INTRODUZIONE	pag. 5
Parte 1: Rowing – dalla storia alla biomeccanica	pag. 6
Parte 2: Lombalgia e sport: una visione d’insieme	pag. 10
Parte 3: La lombalgia nel rowing	pag. 13
Capitolo 3: MATERIALI E METODI	pag. 14
Parte 1: Definizione del protocollo di ricerca	pag. 15
Parte 2: Metodi di selezione	pag. 16
Capitolo 4: RISULTATI	pag. 24
Parte 1: Epidemiologia	pag. 25
Parte 2: Eziologia	pag. 28
Parte 3: Trattamento	pag. 38
Capitolo 5: CONCLUSIONE	pag. 44
Parte 1: Discussione	pag. 45
Parte 2: Conclusioni	pag. 48
Capitolo 6: BIBLIOGRAFIA	pag. 49



Capitolo 1

ABSTRACT

Capitolo 1

ABSTRACT

Il canottaggio agonistico moderno è classificato tra le attività sportive ad impegno anaerobico/aerobico massivo per il coinvolgimento di tutti i meccanismi energetici e di tutte le masse muscolari, è quindi uno sport di resistenza con una richiesta di elevata forza muscolare. Si calcola che sono necessarie più di 1100 ore di formazione l'anno, corrispondenti a più di 20 ore per 50 settimane.

Di conseguenza, sembra molto importante esaminare se la pratica sportiva, sia a livello agonistico che amatoriale, possa rappresentare una fonte di rischio elevato di lesioni muscolo-scheletriche. A tal fine l'obiettivo del presente lavoro è stato quello di verificare, dopo un'attenta revisione della letteratura, se le evidenze scientifiche potessero definire la dimensione epidemiologica del Low Back Pain (LBP) nella pratica del canottaggio (rowing), il suo inquadramento eziologico in relazione ad un preciso meccanismo patogenetico relativo allo specifico utilizzo del corpo nella fase di training e/o di gara e supportare la scelta di uno specifico trattamento riabilitativo.

Gli studi analizzati hanno rilevato che il canottaggio è uno sport con alta percentuale di rischio in relazione al LBP con cause molteplici e legate alle caratteristiche del gesto atletico richiesto, alla costituzione fisica dell'atleta e anche al tipo di allenamento e ai materiali utilizzati nella pratica sportiva.

Data la complessità dei gesti atletici specifici di ogni attività sportiva e la variabilità dell'intensità di utilizzo delle varie strutture corporee (sia rispetto al tipo di sport che all'intensità di pratica) sarebbero necessari degli studi analitici con vaste coorti di pazienti per stabilire con maggiore sicurezza l'associazione tra meccanismi patogenetici e i vari tipi di lesione; per quanto riguarda il trattamento dovrebbero essere attivati dei trial clinici per verificare l'efficacia delle pratiche riabilitative già in uso e sperimentarne di nuove, con l'obiettivo di praticare solo quelle direttamente derivate dai correlati fisiopatologici.



Capitolo 2

INTRODUZIONE

Capitolo 2

INTRODUZIONE

PARTE 1

Rowing: dalla storia alla biomeccanica

Il canottaggio come sport può essere fatto risalire agli inizi del XXVI° secolo in Inghilterra, è quindi il più antico sport moderno organizzato¹. Da allora lo sport del canottaggio si è evoluto notevolmente per quanto riguarda le attrezzature, la formazione e le sue manifestazioni agonistiche ma essenzialmente il concetto è rimasto lo stesso.

Il canottaggio è uno dei 5 sport inclusi in tutte le moderne Olimpiadi e oggi la Fédération Internationale des Sociétés d'Aviron (FISA) ha più di 125 federazioni nazionali in qualità di membri, ciò indica che è uno sport a livello mondiale (www.worldrowing.com sito ufficiale della FISA). Il canottaggio agonistico moderno è classificato tra le attività sportive a impegno anaerobico/aerobico massivo per il coinvolgimento di tutti i meccanismi energetici e di tutte le masse muscolari, è quindi uno sport di resistenza con una richiesta di elevata forza muscolare.

Tutte le gare di canottaggio vengono eseguite su una distanza di 2000 m con il corrispondente gara-tempi di circa 6-8 minuti a seconda delle condizioni meteorologiche e del tipo di barca. Le prestazioni e il successo nelle competizioni sono strettamente legati alla massima capacità aerobica².

Di conseguenza, per diventare atleta di elite bisogna eseguire una quantità massiva di ore di allenamento per conseguire un ottimale adattamento fisiologico e per rispondere alle esigenze biomeccaniche della corsa in voga sia in termini di forza, potenza e cadenza. Si calcola che sono necessarie più di 1100 ore di formazione l'anno, corrispondenti a più di 20 ore per 50 settimane³. Per ottimizzare

le competenze nel canottaggio, cioè raggiungere tempi ottimali di contrazioni muscolari e di coordinamento dei segmenti corporei, la formazione è quasi esclusivamente concentrata sull'allenamento sia in acqua sia sul remo ergometro per il canottaggio a terra.

L'atleta usa come mezzo di spostamento un'imbarcazione mossa da remi. In generale la tecnica di voga⁴ comprende due momenti: uno di applicazione della forza sui remi (voga di coppia) o sul singolo remo (voga di punta), chiamato momento di "passata" in acqua, e uno di recupero della posizione chiamato "ripresa". Nella fase di ripresa il tronco viene flesso in avanti alla ricerca del massimo allontanamento dell'impugnatura del remo dal corpo. Nella fase di passata il tronco viene sollecitato ad incurvarsi per effetto delle forze che agiscono in opposizione alla resistenza offerta dai remi e in opposizione alla forza di spinta degli arti inferiori contro la pedana. Il canottaggio può essere praticato fin dall'età di 8-10 anni, le limitazioni sono imposte dalle regolazioni possibili delle imbarcazioni.

La prima azione muscolare è la spinta degli arti inferiori sulla pedana; i muscoli glutei, addominali e lombari mantengono il bacino stabile, mentre il tronco inclinato e gli arti superiori distesi trasmettono questa azione ai remi. Al momento dell'inizio dell'azione muscolare degli arti inferiori, il tronco è quindi sollecitato in contrazione isometrica sulla parete lombare, sul dentato anteriore e sul gran dorsale. L'avvio del movimento di passata deve portare alla distensione degli arti inferiori e, prima che questa sia completa, il tronco modifica la sua inclinazione in estensione, accompagnato dalla retroversione del bacino. In questa fase le braccia si piegano, il vogatore porta le mani all'altezza dell'epigastrio, pronto all'estrazione delle pale dall'acqua, (posizione finale). Il reclutamento muscolare in fase di ripresa coinvolge invece il muscolo trapezio e gli erettori del rachide.

La correttezza del movimento prevede un'escursione angolare del busto con reclutamento di distretti muscolari agonisti ed antagonisti senza esagerate sovrapposizioni temporali e di intensità. Il movimento di antiversione e retroversione del bacino e il momento successivo all'estrazione della pala dall'acqua rappresentano il punto fondamentale per il mantenimento delle curve fisiologiche del rachide. In questo momento l'articolazione più impegnata è quella coxo-femorale con il passaggio da bacino anteroverso (spinta) a retroverso (finale) a nuovamente

anteroverso (inizio ripresa). Come dimostrato da altri studi, le forze prodotte dai vogatori, le tecniche adottate e l'esecuzione delle sequenze motorie non solo influenzano la prestazione finale^{5,6,7}, ma incidono anche sul movimento del rachide e sul corretto posizionamento del tratto lombare⁸.

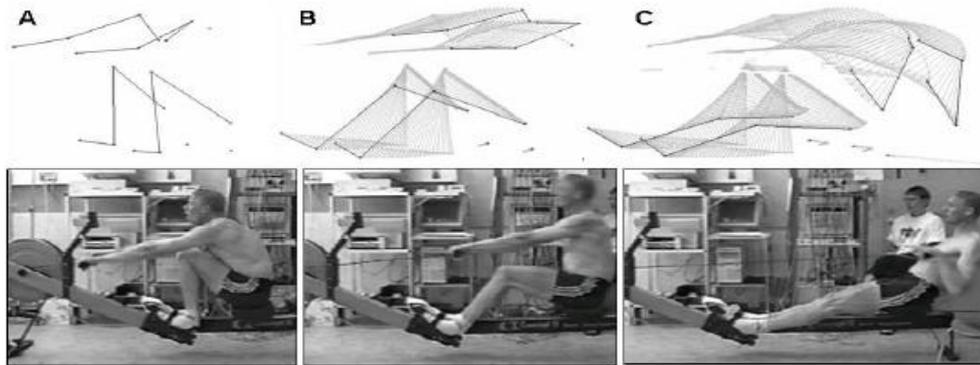


Fig. 1: Meccanica del rowing. Fonte: Vinther A. Rib stress fracture in elite rowers. 2008. Department of Health Sciences, Faculty of medicine, Lund University, Sweden.

Dal momento che le esigenze sopra descritte favoriscono un fisico chiaramente alto e muscoloso⁹, è stato inventato nel 1925 il canottaggio per pesi leggeri Lightweight rowing ed è diventato una disciplina olimpica nel 1996¹⁰. Nel canottaggio leggero il peso medio dell'equipaggio maschile è limitato a 70 kg e un singolo individuo non può pesare più di 72,5 kg. Il corrispondente limite di peso per atleti di sesso femminile è pari a 57 kg e 59 kg, rispettivamente. La pesata viene eseguita 2 ore prima della competizione. I vogatori di questa categoria che sono alti, hanno una maggiore massa muscolare e meno grasso e tendono ad aver maggior successo¹¹.

Per soddisfare i limiti di peso la maggior parte dei rematori leggeri impiega strategie di perdita di peso, come dieta, salti dei pasti, restrizione dei liquidi, produzione aumentata di sudore (sauna o esercizio)^{12,13,14}. Questo può influire sulle prestazioni, sul turn over osseo^{14,15}, sulla funzione ormonale ovarica¹⁶ e sui livelli di testosterone¹⁷.

Il canottaggio al remo ergometro invece è stato inventato a metà del XIX° secolo ed è stato comunemente utilizzato da vogatori per la formazione a terra e per i test dal 1950¹⁰. Il remo ergometro moderno simula il canottaggio in acqua abbastanza

bene per quanto riguarda i modelli di forza, di produzione e circolazione dei segmenti del corpo tranne che per le mani e gli avambracci^{18,19}. Di conseguenza, il remo ergometro a remi è ampiamente usato per eseguire test, per la selezione e formazione dell'equipaggio di elite²⁰.

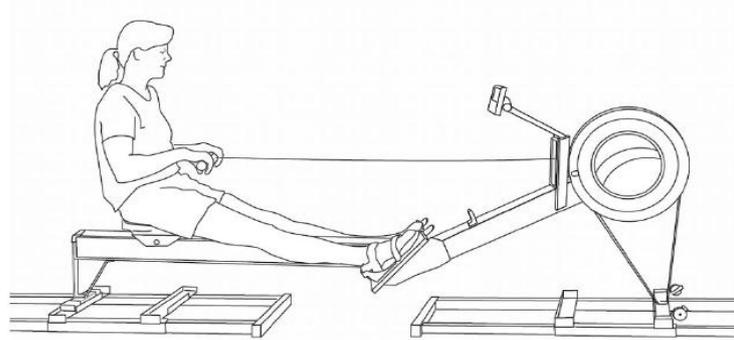


Fig. 2: Remo ergometro. Fonte: Vinther A. Rib stress fracture in elite rowers. 2008. Department of Health Sciences, Faculty of medicine, Lund University, Sweden.

Il Team nazionale danese usa il remo ergometro a remi per circa 1/3 delle ore totali di formazione per raggiungere un livello competitivo a livello internazionale. Inoltre, il remo ergometro è diventato un esercizio ampiamente utilizzato nella formazione e nel fitness. Di conseguenza, sembra molto importante esaminare se la formazione su remo ergometri possa rappresentare un rischio elevato di lesioni muscolo-scheletriche.

A sostegno di questo concetto, da una recente indagine prospettica di incidenza su vogatori di elite si è scoperto che il rischio di lesioni è stato associato positivamente all'abuso in termini di tempo trascorso in allenamento su remo ergometri²¹.

Il remo ergometro Concept2[®] (Concept2, Morrisville, VT, USA) è quello più comunemente usato. Il remo è sostituito da un manico collegato da una catena a vento resistito, il volano, e il rematore è posto su un sedile scorrevole con i piedi su una barella molto simile al guscio dell'imbarcazione da canottaggio. Pertanto, il vogatore si muove mentre l'ergometro rimane stazionario.

Tuttavia, l'intero ergometro può scivolare, ciò consente di tornare indietro, imitando i movimenti del guscio del canottaggio sull'acqua.

PARTE 2

Lombalgia e sport: una visione d'insieme

Uno dei disordini muscolo-scheletrici più frequentemente riscontrato nelle società ad elevato grado di sviluppo sociale e industriale è la lombalgia o Low Back Pain (LBP).

La lombalgia è una delle principali spese industriali, a causa della perdita in produttività, degli alti costi medici e delle indennità compensative ed è talmente frequente nella nostra società che dal 70% all'80% dei soggetti riferirà questo sintomo in un momento o in un altro del ciclo vitale^{22 23}.

La lombalgia è seconda solo alla malattia delle vie respiratorie superiori nella lista dei più frequenti disturbi responsabili per il tempo lavorativo perso. Più di 7 milioni di lavoratori ne sono colpiti sul lavoro ogni anno²⁴.

Anche nella realtà sportiva la lombalgia può essere considerata una problematica di notevole impatto.

In un atleta professionista il Low Back Pain (LBP) crea problemi più severi rispetto alla popolazione generale in quanto il più delle volte egli è costretto a ridurre o sospendere lo svolgimento di allenamenti e/o la partecipazione a gare; di conseguenza per tornare alla condizione fisica precedente è necessario un periodo medio/lungo di ricondizionamento e riallenamento.

Per uno sportivo non basta solamente ridurre il dolore allo scopo di riprendere l'allenamento, dal momento che le prestazioni di un atleta sono molto dipendenti dall'attività coordinata di molteplici strutture che potrebbero essere danneggiate da un fallimento o errato trattamento di precedenti lesioni.

La ripetizione di gesti tecnico-atletici sport specifici è il fulcro dell'attività di un atleta; in tali gesti spesso è presente un carico variabile a livello della colonna vertebrale che può provocare sovraccarico e/o danni ai muscoli, dischi intervertebrali, legamenti e/o componenti ossee.

Bono²⁵ evidenzia, infatti, lo stretto rapporto tra il dolore al rachide e le strutture danneggiate di vario tipo ed a vari livelli; inoltre sottolinea che le stesse

modifiche che provocano dolore al rachide nella popolazione in generale sono più frequenti negli atleti.

A conferma di questo, Ong et al.²⁶ osservano che la degenerazione del disco è stata riscontrata nel 75% degli atleti rispetto al 31% dei non atleti.

Quando si parla di epidemiologia è importante sottolineare che il LBP è un sintomo, non una diagnosi e spesso tale dolore non è associato a un danno strutturale sottostante. Nonostante gli studi e i passi in avanti nello studio del fenomeno “dolore”, i meccanismi patogenetici del LBP non sono ancora del tutto chiari.

La prevalenza, comunque, del Low Back Pain nella popolazione generale adulta è stimata tra l'85% e il 90%, mentre tra il 2% e il 5% della stessa popolazione manifesta il dolore lombare almeno una volta l'anno²⁷.

Causa una serie di dati contrastanti, resta non del tutto chiaro comunque quali siano gli atleti con un più alto rischio di LBP. E' comunque evidente il fatto che negli atleti il dolore lombare e i traumi sportivi con conseguenti lesioni sono fattori che influenzano e/o limitano la funzionalità e le prestazioni degli atleti.

A seconda dei vari sport, i tassi di incidenza di dolore al rachide variano dall'1,1% fino al 30% e il dolore lombare è la prima causa di assenza dall'attività sportiva²⁸.

Granhed et al.²⁹ rilevano che la prevalenza di dolore lombare nel corso della vita tra i lottatori è stata significativamente maggiore (59%) rispetto a gruppi di non atleti di pari età (31%); Sward et al.³⁰ hanno evidenziato un tasso significativamente elevato di LBP in ginnasti d'élite (75%) rispetto ad un gruppo di controllo (31%). Al contrario, invece, Videman et al.³¹ hanno trovato meno comune il LBP in ex atleti di elite rispetto ai non atleti.

Come abbiamo detto il dolore lombare è la ragione più comune di assenza dall'attività sportiva: McCarrol et al.³² hanno riscontrato che il LBP ha causato un'assenza dall'attività sportiva del 30% in 145 giocatori universitari di football; Hainline³³ ha riportato che il 38% di tennisti professionisti ha indicato il LBP come motivo di assenza da almeno un torneo all'anno; il 90% degli infortuni nei golfisti che si verificano durante i loro tornei colpisce il rachide.

In uno studio prospettico Lundin et al.³⁴ hanno evidenziato che i lottatori hanno avuto il più alto tasso di dolore severo a livello lombare (54%, 15 su 28),

mentre i tassi erano più bassi nei tennisti e nei calciatori (rispettivamente 32%, 9 su 29 e 37%, 11 su 30). Granhed e Morelli²⁹ hanno riscontrato una prevalenza più bassa di LBP (59%, 19 su 32) nei lottatori rispetto ai sollevatori di pesi (23%, 3 su 13).

Rispetto ad altri atleti di altre discipline, i ginnasti sembrano essere tra gli sportivi più a rischio di sviluppare LBP³⁵; Hutchinson³⁶ ha accertato che 6 ginnasti ritmici su 7 hanno riferito dolore lombare in un periodo di sette settimane.

In sintesi da quanto emerso dall'analisi di questi studi si può dedurre che il dolore lombare è più comune in alcuni sport rispetto ad altri, soprattutto in quelli da contatto.



Fig. 3. Atleti della nazionale italiana di canottaggio. Fonte: www.windoweb.it

PARTE 3

La lombalgia nel rowing

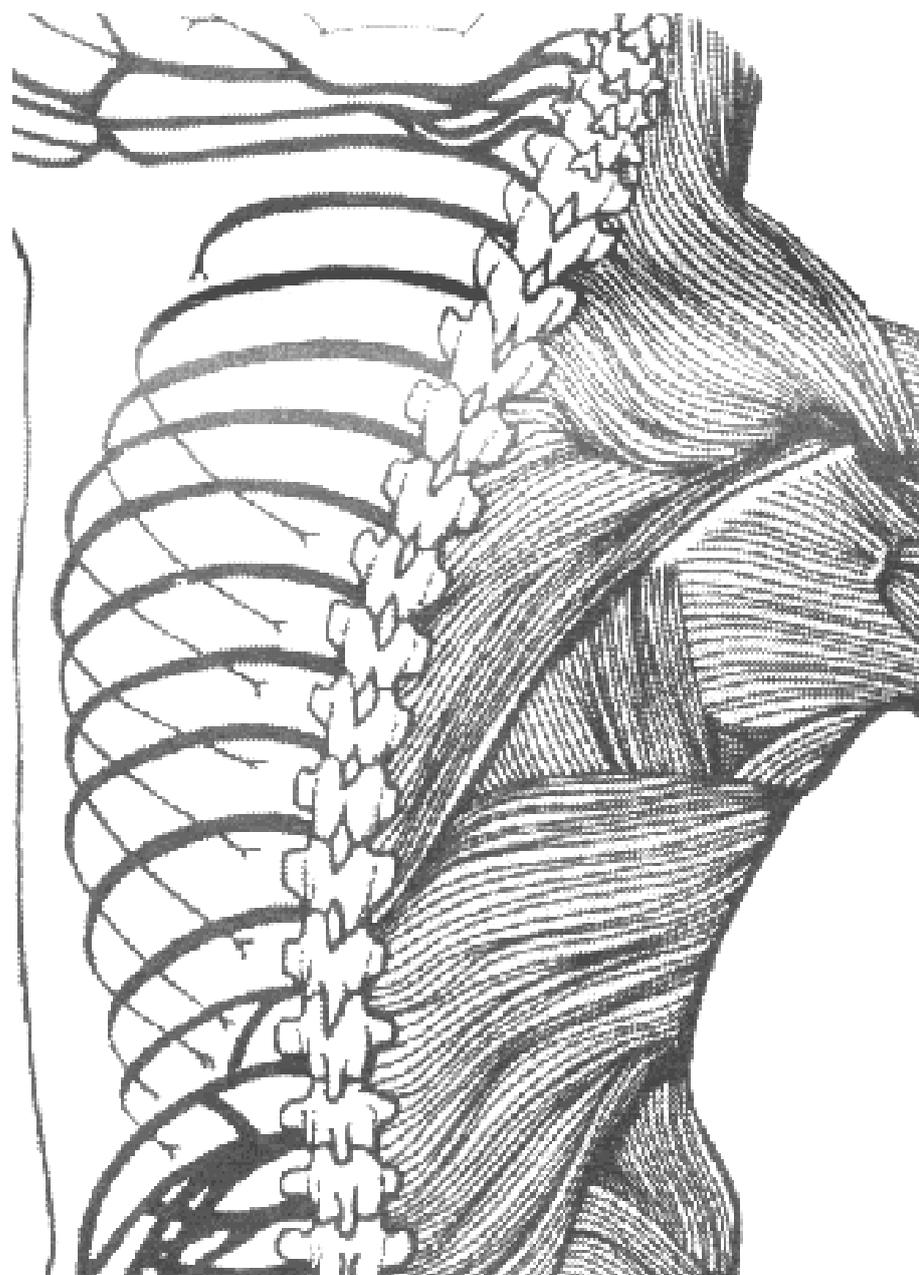
Da quanto emerso precedentemente il rowing nella letteratura risulterebbe essere uno degli sport a basso rischio di infortunio rispetto ad altri sport di contatto³⁷. In uno studio retrospettivo Keene et al.³⁸ hanno riscontrato che solo il 3% dei canottieri universitari è stato visitato per infortuni alla schiena, contro il 7% della popolazione totale degli atleti universitari e il 17% e 11% dei giocatori di football e ginnasti.

Tuttavia negli ultimi 20 anni si è riscontrato un aumento dell'incidenza di infortuni tipici nel rowing³⁹, e il Low Back Pain è uno dei più frequenti, seguito dalle fratture da stress delle coste^{40 41 42}. Uno studio recente ha dimostrato nei canottieri competitivi, sia maschi che femmine, la prevalenza di LBP rispettivamente del 15% e del 25%³⁷.

Si è ipotizzato che questo aumento sia dovuto all'aumento dell'intensità e di carico degli allenamenti, alla tecnica di voga, ai cambiamenti nel fisico degli atleti e dei materiali tecnologici sport specifici utilizzati.

Resta comunque il fatto che il rowing è uno sport di resistenza. Infatti Bhar et al.⁴³ in uno studio del 2004 hanno evidenziato che il LBP è un po' più comune tra gli appassionati di sci di fondo e vogatori rispetto ai praticanti di orienteering e ai controlli non atleti: ovvero è un po' più comune negli sport di resistenza che sovraccaricano selettivamente la parte inferiore del rachide durante l'allenamento e le gare.

Tuttavia, poca attenzione sembra essere posta sulla correlazione fra LBP e sport di resistenza. Il LBP è un problema molto frequente nel canottaggio, ma non è chiaro se tale problema è più alto in tale sport rispetto agli altri o alla popolazione dei non atleti⁴⁴.



Capitolo 3

MATERIALI E METODI

Capitolo 3

MATERIALI E METODI

PARTE 1

Definizione del protocollo di ricerca

Quesito principale della ricerca è stato verificare se esistono in letteratura primaria degli studi osservazionali e in letteratura secondaria delle review che si propongono di individuare l'associazione tra il Low Back Pain e il canottaggio e un preciso meccanismo patogenetico relativo allo specifico utilizzo del corpo nella fase di training e/o di gara.

Successivamente si è voluto verificare se esistessero in letteratura primaria dei CT e in letteratura secondaria delle review che proponessero di dimostrare l'efficacia di un trattamento riabilitativo del LBP nel canottaggio dopo un corretto inquadramento eziologico.

OBIETTIVI

- Verificare l'esistenza di evidenze scientifiche che possano definire la dimensione epidemiologica del LBP nel rowing.
- Verificare l'esistenza di evidenze scientifiche che possano inquadrare eziologicamente il LBP nel rowing, mettendolo in relazione causale con un preciso meccanismo patogenetico relativo allo specifico utilizzo del corpo nella fase di training e/o di gara.
- Verificare l'esistenza di evidenze scientifiche che possano supportare la scelta di un trattamento riabilitativo nel rower con LBP, sulla base delle

correlazioni tra i sopracitati meccanismi patogenetici del LBP nel rowing e uno specifico trattamento riabilitativo.

- Strutturare un'analisi critica di tali evidenze, se esistenti, e verificare se si dimostrano ancora in grado di giustificare la scelta di un determinato trattamento riabilitativo.

CRITERI DI INCLUSIONE

Sono stati presi in considerazione gli articoli e gli studi che rispettassero:

- Articoli scritti in lingua inglese o italiano;
- Studi condotti solo sull'uomo, sia su adulti che su adolescenti;
- Solo articoli dei quali era consultabile l'abstract;
- Pubblicati e/o indicizzati negli ultimi 15 anni e fino maggio 2010

CRITERI DI ESCLUSIONE

Non sono stati presi in considerazione gli articoli e gli studi che fossero:

- Single case report, editoriali, letter;
- Articoli scritti in altre lingue da quelle descritte nei criteri di inclusione;
- Articoli con riferimento ad interventi chirurgici e/o farmacologici;
- Articoli antecedenti il limite temporale dei criteri di inclusione (anche se in fase di valutazione sono stati presi in considerazione anche studi antecedenti).

PARTE 2 METODI DI SELEZIONE

Strategia di ricerca per l'identificazione degli studi

Come strategia per l'individuazione degli studi è stata effettuata una ricerca elettronica nella banca dati Medline utilizzando la seguente stringa di ricerca:

PAROLE CHIAVE: back pain OR low* back pain OR lumbar pain OR injury OR injuries AND rowing OR rower*

LIMITS: pubblicati negli ultimi 15 anni, riguardanti esseri umani, in lingua italiana o inglese

Risultato: 409 articoli di cui 27 review.

Valutazione della qualità degli studi

Tra gli studi rilevati si è proceduto, attraverso la lettura del titolo e dell'abstract, a una prima verifica e selezione per inerenza all'argomento e ai criteri di inclusione. In caso di incertezza si è proceduto alla lettura dell'intero articolo. Dopo questa prima scrematura sono stati individuati 89 articoli.

Infine si è proceduto alla lettura dell'intero articolo, ove recuperabile in full text, per poi decidere l'utilizzazione di 51 studi di cui si è proceduto alla traduzione dell'abstract e del full text (recuperati).

Ricerche aggiuntive per l'identificazione degli studi: la ricerca è stata estesa anche alle reference delle revisioni (sia narrative che sistematiche e metanalitiche) al fine di rilevare manualmente eventuali altri studi, anche anteriori a 15 anni fa.

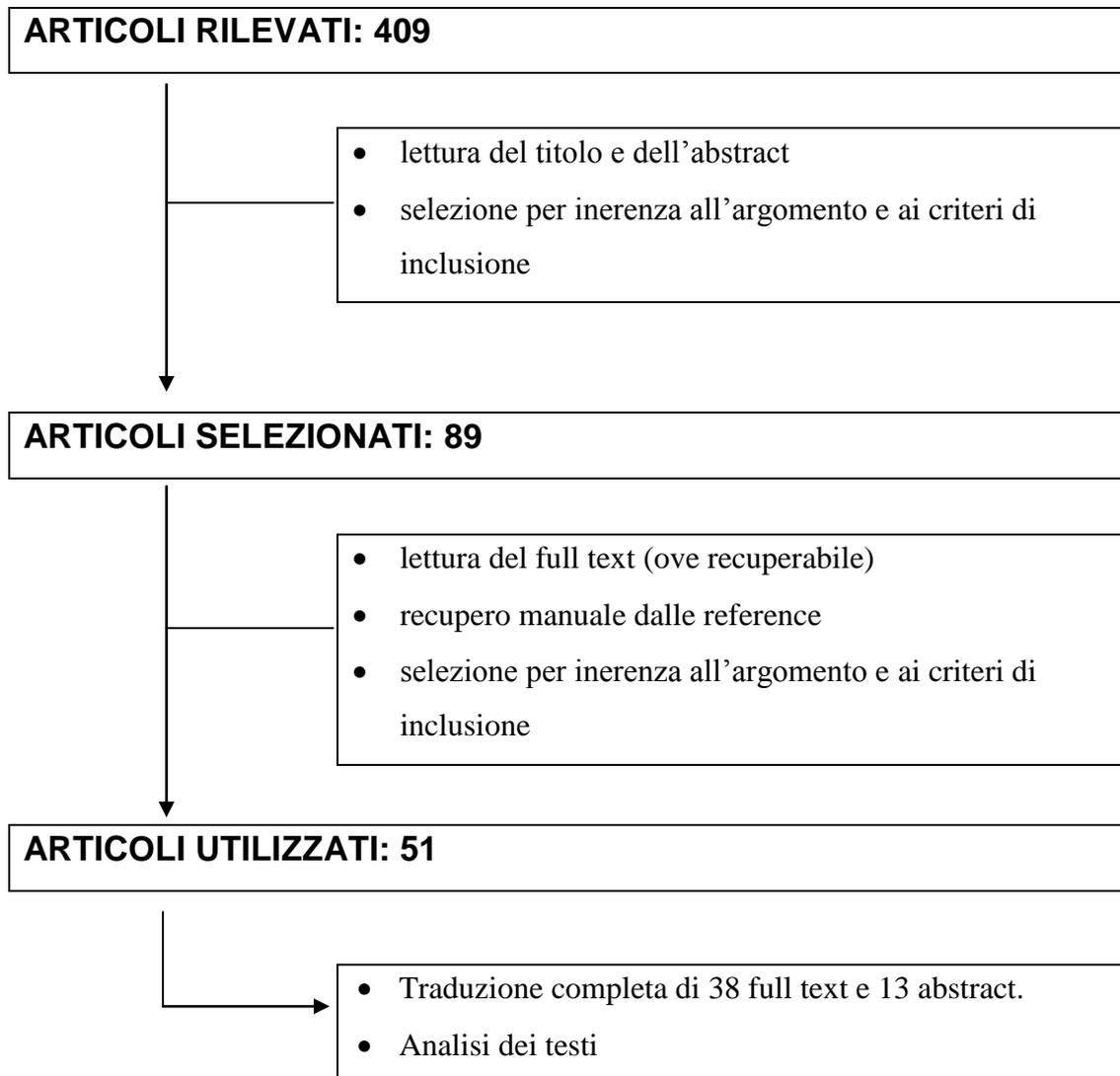
Sono stati letti quindi studi osservazionali descrittivi e/o analitici, sia retrospettivi che prospettici, e in aggiunta, al fine di ampliare la ricerca, review qualitative, quantitative sistematiche e metanalitiche; tali studi dovevano indagare i fattori causali e le possibili correlazioni con il LBP e/o verificare se i presunti fattori causali sono associati alla LBP in atleti di qualsiasi età praticanti canottaggio, a qualsiasi livello, con Low Back Pain a qualsiasi distanza temporale dall'insorgenza, manifestanti sia problemi specifici che aspecifici.

La ricerca è stata estesa anche alle reference degli studi rilevati al fine di rilevare manualmente eventuali altri studi includibili che fossero pubblicati e/o indicizzati in Medline dei quali sia stato recuperabile almeno l'abstract.

Sono stati letti anche trial clinici randomizzati (RCT), trial clinici quasi-randomizzati (qRCT), trial clinici NAS (CT) e in aggiunta, al fine di ampliare la ricerca, review qualitative, quantitative sistematiche e metanalitiche; tali studi dovevano effettuare una comparazione tra una qualsiasi tecnica riabilitativa motoria e qualsiasi altra tecnica riabilitativa motoria o nessuna, finalizzata al trattamento di atleti di qualsiasi età praticanti canottaggio, a qualsiasi livello, con LBP a qualsiasi distanza temporale dall'insorgenza, manifestanti sia problemi specifici che aspecifici.

Sono stati analizzati i soggetti che fossero atleti praticanti rowing a qualsiasi livello, di qualsiasi età, sia maschi che femmine, affetti da LBP, a qualsiasi distanza temporale dall'insorgenza, manifestanti sia problemi specifici che aspecifici.

Estrapolazione dei dati



Flowchart della rilevazione degli studi

In totale sono stati utilizzati 51 studi pubblicati su periodici scientifici e/o indicizzati negli ultimi 15 anni fino a maggio 2010; sono identificati nel presente lavoro da un numero progressivo.

Di seguito si elencano gli articoli effettivamente utilizzati.

TABELLA RIASSUNTIVA ARTICOLI UTILIZZATI

1. Stallard MC. Bachache in oarsmen. Br J Sports Med 1980;14:105–8
2. Howell DW. Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. Am J Sports Med 1984;12:278–82.
3. Hosea TM, Boland AL. Rowing injuries. Postgrad Adv Sports Med. 1989;III:1-17.
4. Lamb DH. A kinematic comparison if ergometer and on-water rowing. Am J Sport Med. 1989;17:367-373.
5. Roy S, DeLuca C, Snyder-Mackler L, et al. Fatigue, recovery and low back pain in varsity rowers. Med Sci Sports Exerc 1990;22:463–9
6. Boland A, Hosea T. Rowing and sculling and the older athlete. Clin Sports Med 1991;10:3–19
7. Edgar M. Rowing Injury. A phisiotherapist’s perspective. SportCare Journal 1995; vol 2(1): 32-35
8. Dreisinger TE, Nelson B. Management of back pain in athletes. Sports Med. 1996;21:313-20
9. Hickey GJ, Fricker PA, McDonald WA. Injuries to elite rowers over a 10-yr period. Med Sci Sports Exerc. 1997;29:1567-72.
10. Koutedakis Y, Frischknecht R and Murthy M. Knee flexion toextension peak torque ratios and low back injuries in highly active individuals. International Journal of Sport Medicine. 1997;18, 290-295
11. Morris FL, Payne WR, Wark JD. Prospective decrease in progesterone concentrations in female lightweight rowers during the competition season compared with the off season: a controlled study examining weight loss and intensive exercise. Br J Sports Med 1999;33:417-422
12. Timm KE. Sacroiliac Joint Dysfunction in Elite Rowers. Journal of Orthopadic & Sport Physical Therapy, 1999;29 (5):288-293.
13. Bull AM, Mc Gregor AH. Measuring spinal motion in rowers: the use of an electromagnetic device. Clin Biomech (Bristol avon) 2000 Dec; 15 (10): 7726

14. Elliot B, Lyttle A, Birkett O. The RowPerfect Ergometer: A Training Aid for On-Water Single Scull Rowing. <i>Sports Biomechanics</i> . 2000;1(2):123-34
15. Reid, D.A. and McNair, P.J. Factors contributing to low back pain in rowers. <i>British Journal of Sports Medicine</i> 2000; 34, 321-322.
16. Soler T, Calderon C. The prevalence of spondylolysis in the Spanish elite athlete. <i>Am J Sports Med</i> . 2000;28:57-62.
17. Bernstein, I.A., Webber, O. and Woledge R (2002) An ergonomic comparison of rowing machine designs: possible implications for safety. <i>British Journal of Sports Medicine</i> 36, 108-112.
18. McGregor A, Anderton L, Gedroyc W. The assessment of intersegmental motion and pelvic tilt in elite oarsmen. <i>Med Sci Sports Exerc</i> . 2002 Jul;34(7):1143-9.
19. McGregor AH, Anderton L, Gedroyc WMW. The trunk muscles of elite oarsmen. <i>Br J Sports Med</i> . 2002 Jun;36(3):214-7.
20. O'Kane JW, Teitz CC, Fontana SM, Lind BK. Prevalence of obesity in adult population of former college rowers. <i>J Am Board Fam Pract</i> . 2002 Nov-Dec;15(6):451-6.
21. Parkin S, Nowicky AV, Rutherford OM, et al. Do sweep stroke oarsmen have asymmetries in the strength of their back and leg muscles? <i>J Sport Sci</i> 2002
22. Smith RM, Loschner C. Biomechanics feedback for rowing. <i>J Sports Sci</i> . 2002 Oct;20(10):783-91.
23. Teitz CC, O'Kane J, Lind BK, Hannafin JA. Back pain in intercollegiate rowers. <i>Am J Sports Med</i> . 2002 Sep-Oct;30(5):674-9.
24. Caldwell, J.S., McNair, P.J. and Williams, M. The effects of repetitive motion on lumbar flexion and erector spinae muscle activity in rowers. <i>Clinical Biomechanics</i> 2003; 18, 704-711
25. Holt, P.J., Bull, A. M., Cashman, P. M., and McGregor, A. H. Kinematics of spinal motion during prolonged rowing. <i>International Journal of Sports Medicine</i> 2003;24, 597-602.
26. O'Kane JW, Teitz CC, Lind BK. Effect of pre-existing back pain on the incidence and severity of back pain in intercollegiate rowers. <i>Am J Sports Med</i> . 2003;31:80-2.

27. O'Sullivan F, O'Sullivan J, Bull AM, McGregor AH. Modelling multivariate biomechanical measurements of the spine during a rowing exercise. <i>Clin Biomech (Bristol, Avon)</i> . 2003 Jul;18(6):488-93
28. Teitz CC, O'Kane J and Lind BK. Back Pain in Former Intercollegiate Rowers: A Long-term Follow-up Study. <i>Am. J. Sports Med.</i> 2003; 31; 590
29. Yoshiga, C. C. and Higuchi, M. Rowing performance of female and male rowers. <i>Scand. J. Med. Sci. Sports</i> , 2003, 13, 317–321.
30. Bahr R, Andersen SO, Løken S, Fossan B, Hansen T, Holme I. Low back pain among endurance athletes with and without specific back loading--a cross-sectional survey of cross-country skiers, rowers, orienteerers, and nonathletic controls. <i>Spine</i> . 2004 Feb 15;29(4):449-54.
31. Bono CM. Low-back pain in athletes. <i>J Bone Joint Surg Am.</i> 2004 Feb;86-A(2):382-96.
32. Fiskerstrand, A. and Seiler, K.S. (2004) Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970- 2001. <i>Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports</i> 14, 303-310
33. McGregor, A., Hill, A. and Grewar, J. Trunk strength patterns in elite rowers. <i>Isokinetics and Exercise Science</i> 2004;12, 253-261.
34. Mc Gregor AH, Bull AM, Byng-Maddick R. A comparison of rowing technique at different stroke rates: a description of sequencing, force production and kinematics. <i>Int J Sports Med.</i> 2004 Aug; 25 (6): 465-70
35. Parkkari J, Kannus P, Natri A, Lapinleimu I, Palvanen M, Heiskanen M, Vuori I, Järvinen M. Active living and injury risk. <i>Int J Sports Med.</i> 2004Apr;25(3):209-16.
36. Chan RH. Endurance times of trunk muscles in male intercollegiate rowers in Hong Kong. <i>Arch Phys Med Rehabil</i> 2005;86:2009-12.
37. McGregor, A. H., Patankar, Z. S., and Bull, A. M. J. Spinal kinematics in elite oarswomen during a routine physiological 'step test'. <i>Med. Sc. Sports Exer.</i> , 2005, 37, 1014–1020.
38. Rumball JS, Lebrun CM, Di Ciacca SR, Orlando K. Rowing Injuries. <i>Sports Med</i> 2005;35(6):537-555

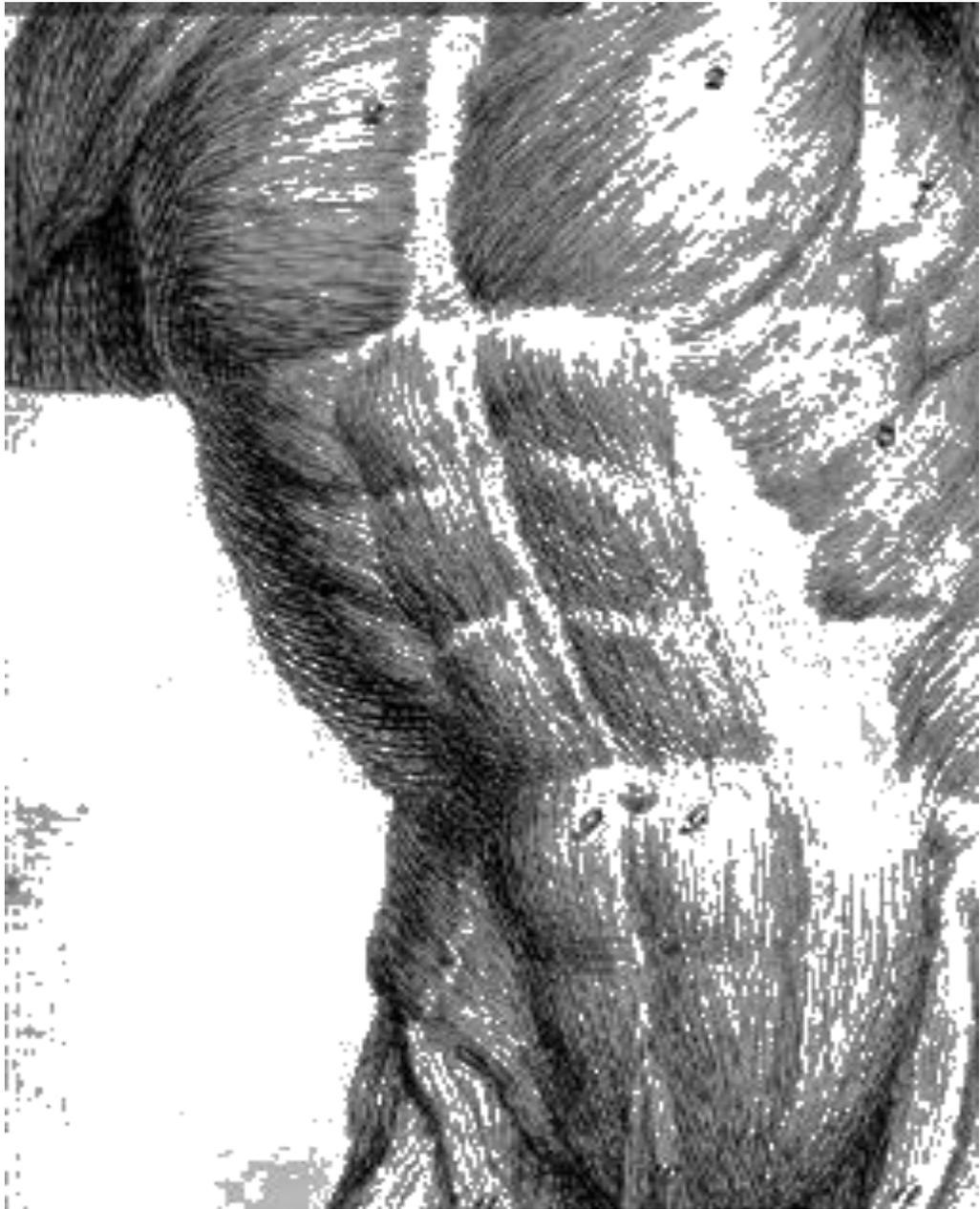
39. Slater GJ, Rice AJ, Mujika I, Hahn AG, Sharpe K, Jenkins DG. Physique traits of lightweight rowers and their relationship to competitive success. <i>Br J Sports Med</i> 2005;39:736-741
40. Slater GJ, Rice AJ, Sharpe K, Mujika I, Jenkins DG, Hahn AG. Bodymass management of Australian lightweight rowers prior to and during competition. <i>Med Sci Sports Exerc</i> 2005;37(5):860-866
41. Zangla D, Barone R, Taormina A, Barba A, Bellafiore M, Leonardi V. Exercise induced postural changes in elite young rowers <i>Ital J Sport Sci</i> 2005; 12: 150-154
42. Perich D, Burnett A, O'Sullivan P. Low back pain and the factors associated with it: Examination of adolescent female rowers. In: Schwameder H, Srtutzenberger G, Fastenbauer V, Lidinger S, Muller E, editors. 24th symposium of the international society of biomechanics in sports. The University of Salzburg, 2006. p. 355-8
43. Steer, R. R., McGregor, A. H., and Bull, A. M. J. Repeatability of kinematic measures of rowing performance and their use to compare two different rowing ergometers. <i>J. Sports Sci. Med.</i> , 2006, 5, 52-59.
44. Battista RA, Pivarnik JM, Dummer GM, Sauer N, Malina RM. Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. <i>J Sports Sci.</i> 2007 Apr;25(6):651-7.
45. McGregor, A.H., Patankar, Z.S., and Bull, A.M. Changes in the spinal kinematics of oarswomen during step testing. <i>Journal of Sports Science and Medicine</i> 2007;6, 29-35
46. Burnett A, O'Sullivan P, Ankarberg L, Gooding M, Nelis R, Offermann F, Persson J. Lower lumbar spine axial rotation is reduced in end-range sagittal postures when compared to a neutral spine posture. <i>Man Ther.</i> 2008 Aug;13(4):300-6. Epub 2007 Mar 29.
47. Mackenzie H, Bull A and McGregor AH. Changes in rowing technique over a routine one hour low intensity high volume training session. <i>J. Sports Med.</i> 2008; 7, 486-491
48. McGregor AH, Z S Patankar ZS and Bull AMJ Do men and women row differently? A spinal kinematic and force perspective. <i>J. Sports Engineering and Tcchnology</i> , 2008, vol.22, 77-82

49. Wilson F, Gissane C, Simms C, Gormley J. A 12 month prospective cohort study of injury in international rowers. Br J Sport Med 2008 online 21/8; doi:10.1136/bjsm.2008.048561
50. Greene AJ, Sinclair PJ, Dickson MH, Colloud F, Smith RM. Relative shank to thigh length is associated with different mechanisms of power production during elite male ergometer rowing. Sports Biomech. 2009 Nov;8(4):302-17.
51. Smoljanovic T, Bojanic I, Hannafin JA, Hren D, Delimar D, Pecina M. Traumatic and overuse injuries among International elite rowers. Am J Sports Med. 2009 Jun;37(6):1193-9

Tabella 1: Articoli utilizzati. Fonte: elaborazione propria



Fig. 4: Atleti della nazionale italiana di canottaggio. Fonte www.windoweb.it



Capitolo 4

RISULTATI

Capitolo 4

RISULTATI

PARTE 1

EPIDEMIOLOGIA

Il primo a parlare del LBP come un problema significativo nel canottaggio è stato Stallard nel 1980⁴⁵ in una review relativa a 29 pazienti, e sottolineò come nel canottaggio gli infortuni alla schiena siano principalmente di tipo meccanico a causa del cambiamento della tecnica di voga, caratterizzato da una flessione e rotazione della colonna vertebrale all'inizio della spinta, e da un aumento dell'intensità del carico allenamento.

Successivamente Howell⁴⁴ riscontrò che 14 su 17 donne praticanti canottaggio della categoria pesi leggeri avevano risposto positivamente al fatto di aver sofferto occasionalmente o in modo cronico di problemi alla schiena.

Hickey et. al.³⁷ in uno studio retrospettivo dal 1985 al 1995 sulla popolazione universitaria riscontrarono che negli uomini il 25% e nelle donne il 15,2% degli infortuni registrati erano a carico dei praticanti il canottaggio.

Hosea et al. nel 1989⁴⁶ osservarono che gli infortuni più comuni nel canottaggio erano al ginocchio (29% 52 su 180 infortuni) e alla schiena (21,7%,39 di 180).

In tutti questi studi, ad eccezione di quello di Stallard, l'attenzione era posta sulla prevalenza degli infortuni in genere nel rowing e non particolarmente sul LBP.

In un'ottica più specifica, recentemente, Teitz et al.⁴⁷ hanno sottolineato che la prevalenza di LBP nei rowers universitari è incrementata negli ultimi 20 anni e hanno riscontrato che 526 su 1632 (32%) atleti intervistati hanno sviluppato LBP

durante il periodo universitario; secondo gli autori questo può essere dovuto all'evoluzione e ai cambiamenti nella tecnica e nel metodo di allenamento di tale sport (tipo e intensità di allenamento, età di inizio, cambi nel fisico degli atleti).

In un recente studio descrittivo di Smoljanovic et al.⁴² su 398 rowers di elite della categoria junior, sia maschi che femmine, si sottolinea l'aumento dell'incidenza di infortuni nel canottaggio e in particolare pari a un tasso di 2,1 infortuni su 1000 sessioni di allenamento annue, un rischio considerato tuttavia basso in relazione però all'alto numero di ore di allenamento, ma più alto rispetto a precedenti studi.

I tipi di infortunio sono causati da overuse (73,6%) e da eventi traumatici (26,2%). Le ragazze sembrano infortunarsi di più rispetto ai maschi e sembrano soffrire più di eventi traumatici, mentre i ragazzi pare abbiano più problematiche dovute a overuse, come già descritto da Hickey et al. in un precedente studio³⁷. In entrambi i sessi la zona più colpita è quella lombare, seguita dal ginocchio e dall'avambraccio/polso.

Relativamente alle differenze tra uomo e donna nel canottaggio si è riscontrata in alcuni studi un'alta percentuale di incidenza di LBP nelle donne rispetto all'uomo.

Già Howell nel 1984⁴⁴ in uno studio su 17 donne della categoria pesi leggeri sottolineò che nel sesso femminile vi era un'alta incidenza di LBP (94%) e che tale alta incidenza correlava positivamente con l'iperflessibilità della zona lombare riscontrata in tali atlete; fatto che poteva essere da solo una delle cause di stress meccanico dei tessuti molli non contrattili della zona lombare.

Perich et al.⁴⁸ in uno studio su vogatrici adolescenti rilevarono una prevalenza del 47,5% di LBP, mentre nel gruppo di controllo (non vogatrici) ci si assestava al 15,4%.

Come detto precedentemente anche Smoljanovic⁴² ha riscontrato che nella categoria junior le ragazze sembrano infortunarsi di più (110,2 vs 90,5 infortuni ogni 100 rowers, ossia 34,4% vs 29,9%), tuttavia McGregor et al.⁴⁹ hanno riscontrato che esistono sì differenze tra uomo e donna relativamente alla forza e potenza prodotta a vantaggio dell'uomo (circa 1,3 volte di più) per le differenze relative alla taglia di corporatura, alla massa grassa, alla capacità aerobica⁵⁰, tuttavia tale differenza non si riscontra a livello di lunghezza di vogata, indicatore di performance, in quanto le

donne paiono ottimizzare la cinematica lombopelvica alla posizione di partenza, soprattutto grazie a una migliore rotazione anteriore del bacino^{49 51}. Ottimizzando il gesto tecnico-biomeccanico le donne riescono a sopperire allo svantaggio fisico nei confronti degli uomini.

Quando si considera il fattore età si è visto che i rowers più vecchi hanno un tasso di incidenza di LBP più alto rispetto ai più giovani, tale fatto è chiaramente dovuto al maggior tempo di “esposizione” ai rischi per lo sviluppo di LBP⁴⁷. Tuttavia Teitz riscontrò che nei rowers universitari il tasso di sviluppo di LBP non era molto differente da quello riscontrato nella popolazione generale (51,4% vs 60-80%).

Sempre relativamente all’età Smojanovic⁴² nel suo studio su atleti junior indica che la minor esperienza, specie in questi atleti, può essere un fattore di rischio per infortuni e overuse alla zona lombare, così come il cambio di lato di voga durante la stagione agonistica, rispetto a vogatori più esperti e a coloro che non cambiano il lato di voga.

Questo aspetto dell’esperienza può essere anche esteso al confronto fra atleti di elite e atleti amatoriali, con i secondi più a rischio di infortuni rispetto ai primi, anche se la letteratura è carente sotto questo profilo, in quanto la maggior parte degli studi riguardano principalmente gli atleti di elite.



Fig. 5: Nazionale italiana alle Olimpiadi di Pechino 2008. Fonte www.windoweb.it

PARTE 2 EZIOLOGIA

Molti autori⁵² hanno ipotizzato che l'alto grado di infortunio nel rowing sia dovuto all'alto impatto delle forze compressive che agiscono sulla spina dorsale⁵³. Queste forze, unite alla loro natura ripetitiva, creano un eccessivo grado di mobilità spinale come risultato di cambiamenti dei tessuti viscoelastici^{54 55}; secondo altri l'incremento della flessione spinale può portare a un affaticamento della muscolatura della schiena⁵⁶.

Il ciclo ripetitivo del gesto sportivo del rowing può predisporre a infortuni alla schiena⁵⁷. In una sessione di allenamento un atleta può allenarsi fino a 90 minuti e coprire una distanza compresa tra i 20-25 km e, ciò comporta circa 1800 cicli di flessione.

Per comprendere meglio questi aspetti notevole spazio è stato dedicato allo studio e alla comprensione della biomeccanica e della cinematica del ciclo di voga.

Come si è già descritto precedentemente il ciclo di voga può essere riassunto in tre fasi: la fase di partenza (catch) in cui il tronco è in massima flessione, il bacino è antiverso e l'articolazione coxofemorale è in flessione, la fase di passata/spinta (stroke), in cui avviene l'azione vera e propria col remo immerso nell'acqua che offre la massima resistenza e la fase finale (finish) in cui il tronco è in posizione di estensione, così come l'articolazione coxofemorale, mentre il bacino è passato in posizione di retroversione.

Recenti lavori hanno proprio posto l'attenzione sulla biomeccanica della tecnica del rowing che è influenzata da diversi tipi di fattori quali l'esperienza di voga, l'affaticabilità muscolare, il riscaldamento e il LBP⁴⁹. Si sono individuati chiari pattern di movimento lombare e lombo pelvico e si è ipotizzato che il discostarsi da questi pattern, tipici di una buona tecnica, può portare a fatica e quindi predisporre a LBP⁸.

Il rowing come altri sport quali ginnastica, ciclismo, cricket ecc. combinano movimenti di rotazione assiale con la flessione-estensione sul piano sagittale. Tale combinazione può essere considerata come un potenziale rischio di LBP.

Durante la fase di spinta le forze generate sulla colonna sono molto alte, si è calcolato che le forze compressive ammontano a circa 3919N e 3330N con picchi di 6066N e 5031N rispettivamente per uomini e donne; e si consideri che per il 70% della fase di spinta la colonna è in flessione⁴⁶.

Infatti nella posizione di partenza di norma si registra un grado di flessione pari a 28-30° equivalente al 55% della flessione spinale totale per arrivare a circa 28° di estensione nella posizione finale; tali dati sono confermati anche dalle ricerche di Bull con l'utilizzo di markers spinali che registrarono il passaggio da un grado di 20° di flessione a 30° di estensione⁸.

L'autore sottolineò che già dopo il 50% di flessione spinale totale si può osservare un considerevole aumento delle tensioni sulle fibre del disco intervertebrale. Quindi il movimento di flessione associato alla compressione viene considerato come un meccanismo potenzialmente lesivo per le strutture spinali e quindi possibile responsabile del LBP⁵⁸.

Inoltre i movimenti accoppiati di rotazione assiale e flesso/estensione nel canottaggio portano ulteriore stress alla capsula delle faccette articolari e ai legamenti e possono facilitare il danno del disco e delle strutture annesse, e questo sia nella voga di punta che nella voga di coppia. Infatti in letteratura l'aumento di prevalenza di LBP è legato ad atleti che hanno un alto volume di carico spinale in posizioni intermedie o di end range associate a rotazione, come appunto il rowing^{48 53 59 60}.

Mc Gregor et al.⁵⁹ infatti osservarono che la combinazione di rotazione assiale più flesso/estensione sul piano sagittale a livello lombare basso L3-S2 può essere considerata come causa e aggravante del LBP.

Nelle posizioni di end-range in flessione ed estensione le strutture passive spinali (legamenti, muscoli, disco e ossa) sono sollecitate al massimo, aggiungendo una rotazione assiale il rischio di una lesione delle strutture passive è alto; al contrario nella cosiddetta posizione neutra (zona neutra) della colonna vertebrale sollecita meno le strutture passive e quindi tali sollecitazioni in rotazione sono più sopportabili.

In uno studio di Burnett⁶¹ su atlete adolescenti si dimostrò che c'era una riduzione della rotazione assiale nelle posizioni di end range sia in flessione che in

estensione se comparate alla posizione di mid-range (ossia la “zona neutra” postulata da Punjabi⁵⁵) e che questo avveniva ancora di più in flessione nella posizione seduta rispetto alla posizione eretta; questo era dovuto alla rigidità delle strutture passive nella cosiddetta zona elastica.

A conferma di questo in uno studio che prende in esame un ampio gruppo di vogatrici adolescenti (356) Perich et al.⁴⁸ rilevano una prevalenza del 47,5% di LBP, mentre nel gruppo di controllo (non vogatrici) ci si assesta al 15,4%. Nel gruppo delle vogatrici il 64% asserisce che la disciplina dell'8 di coppia (dove si voga da un solo lato quindi si combinano flesso/estensione più rotazione) provocava o esacerbava il dolore; nel singolo (14%) e 4 di coppia (37%) (dove si voga da entrambi i lati) il dolore era meno comune.

In un altro studio su 18 canottieri di sesso femminile, senza storia di LBP, si cercò di determinare il grado di massima rotazione assiale (destra e sinistra) della zona lombare (L3-S2), nella posizione di end-range in flessione ed estensione e nella cosiddetta posizione neutra in stazione eretta e seduta. I risultati indicano che la rotazione assiale diminuisce nelle posizioni in flessione ed estensione rispetto alla posizione neutra e ciò avviene maggiormente in flessione ($p < 0.001$) e specialmente nella posizione seduta ($p < 0.003$), ciò pare dovuto ai limiti anatomici delle strutture passive nelle posizioni end-range che possono andare incontro a danni⁶¹.

Sempre Mc Gregor⁶² osservò che il passaggio dalla flessione all'estensione spinale (dalla posizione di catch alla posizione di finish) sul piano sagittale era caratterizzato da una combinazione di movimenti lombari e di rotazioni pelviche, quello che viene comunemente definito “ritmo lombo pelvico”.

L'autrice riscontrò un'alterazione di tale ritmo in atleti con storia passata e/o presente di Low Back Pain: questi sembrano avere una spina lombare più rigida e non utilizzano un'ottimale angolazione della bassa zona lombare, per cui tendono a compensare questa “rigidità” con più ampi movimenti pelvici o della giunzione toracolombare.

Questo può portare a una riduzione della resistenza dei tessuti molli e a un aumento del ROM dei segmenti lombari, il che può tradursi in instabilità, nonché in una desensibilizzazione dei meccanocettori spinali^{54 55} rendendo la colonna lombare

più vulnerabile, specie per quegli atleti che non hanno una grossa esperienza nella gestione di carichi in flessione.

Comunque una storia di LBP è il maggior predittore di episodi futuri. Greene et al.³⁹ in un'indagine su 679 atleti universitari, hanno trovato che coloro che segnalavano di aver avuto un episodio di lombalgia sviluppavano tre volte il rischio di andare incontro a episodi successivi, rispetto a quelli che non ne avevano avuto; inoltre, chi aveva dolore al rachide alla partenza dello studio sviluppava un rischio sei volte maggiore rispetto a chi non aveva dolore.

A sostenere questi risultati è stata l'osservazione di O'Kane et al.⁶³ che hanno notato che il 57,1% (89 su 156) di vogatori agonisti con una storia preesistente di Low Back Pain aveva avuto episodi successivi, mentre solo il 36,6% (613 su 1673) senza precedenti episodi ha poi sviluppato dolore.

Teitz et al.⁴⁷ riscontrarono che i rowers che sviluppano LBP durante il periodo del college hanno più probabilità di avere successivi episodi di LBP rispetto agli atleti asintomatici (78,9% vs 37,9%), e questi ultimi hanno una probabilità significativamente più bassa rispetto alla popolazione normale di sviluppare LBP in futuro.

Probabilmente a causa di attività di adattamento, i vogatori con una storia di dolore prima di cominciare la carriera di canottaggio hanno meno probabilità di cessare l'attività a causa di dolore lombare.

Ma cosa altera la normale biomeccanica del ciclo di voga? Ovviamente la ripetitività del gesto porta anche a fatica muscolare, e infatti forza muscolare, resistenza, fatica⁶⁴ e una non ottimale tecnica^{60 65} sono considerati fattori potenzialmente pericolosi.

La natura ripetitiva del gesto può portare a fatica e di conseguenza a un'instabilità della zona lombare e a un aumento dell'incidenza di LBP. Da alcune ricerche pare che i rowers con storia passata e/o presente di LBP pare si affaticino più facilmente quelli senza storia di LBP⁶⁶, anche se non è chiaro se la fatica sia una conseguenza del LBP o sia un fattore di rischio che può portare a LBP.

Numerosi studi hanno evidenziato che quando la fatica colpisce i muscoli del tronco⁶⁴ si ha un'alterazione della cinematica e della meccanica e un maggior uso della zona lombare durante il movimento di spinta con conseguente peggioramento

della tecnica di vogare, questo a causa dei bassi livelli di resistenza e di fatica riscontrati nei rowers.

Tutto questo altera il ritmo lombo pelvico, elemento chiave per un'ottima tecnica di vogare⁶⁷; tuttavia si è osservato che gli atleti con una buona esperienza di vogare riescono a controllare in modo più che ottimale il gesto tecnico e quindi la meccanica lombo pelvica, riducendo e limitando l'effetto negativo della stanchezza, come riflesso dell'adattamento dovuto ad anni di allenamento⁵².

In particolare, la fatica porta a una riduzione della rotazione anteriore della pelvi con una conseguente diminuzione della flessione lombare, così i rowers aumentano lo sforzo in flessione toracica e in protrazione di scapola per mantenere la lunghezza di vogata⁶². Inoltre alla posizione finale si registra un aumento di rotazione posteriore della pelvi e un aumento della estensione lombare.

Resta comunque una ipotesi controversa la relazione fra forza dei muscoli del tronco e presenza/incidenza di LBP: McGregor et al.⁵⁹ si sono posti l'obiettivo di valutare la forza del tronco in 22 vogatori d'élite e il conseguente impatto del LBP, al fine di determinare se erano presenti delle asimmetrie. In contrasto con le aspettative e la letteratura precedente, la muscolatura del tronco nei vogatori con LBP aveva una sezione trasversale (CSA cross-sectional area) significativamente più grande ($p < 0,001$) nei muscoli multifidus, estensori del tronco e ileopsoas. Non sono state osservate asimmetrie tra sinistra e destra e differenze tra lato del remo e lato opposto in termini di CSA nei gruppi muscolari considerati; è invece fattore influente l'età, con una diminuzione della dimensione del muscolo all'aumentare dell'età. Di conseguenza secondo gli autori il LBP nei vogatori non si correla con la debolezza muscolare, anzi i vogatori con LBP sembrano avere muscoli più forti.

Altri studi hanno osservato che, quando la fatica colpisce i muscoli del tronco⁶⁴, si ha una alterazione della tecnica e un maggior uso della zona lombare durante il movimento di spinta.

In uno studio su 32 atleti maschi universitari a Hong Kong⁶⁸ (con esperienza di rowing da più di 6 mesi e senza storia di LBP), sottoposti a test di resistenza isometrica relativamente ai muscoli estensori, flessori e latero-flessori del tronco, è emerso che i muscoli flessori del tronco hanno il più alto grado di resistenza rispetto

a tutti gli altri muscoli considerati; non si riscontra differenza significativa fra il lato destro e sinistro in fatto di resistenza.

Sempre i flessori hanno una significativa maggior resistenza rispetto agli estensori; ciò è in contrasto relativamente a precedenti studi condotti su atleti non appartenenti al canottaggio⁶⁹.

Ma questi aspetti sono tipici del rowing (condizione sport-specifica molto importante ai fini di prevenzione e riabilitazione) in sé o di speciali tecniche di allenamento?

Soprattutto se gli erettori spinali sono affaticati, si ha un aumento della flessione lombare durante la fase di spinta e quindi un aumento di stress sulle strutture passive, sui legamenti e sui tessuti circostanti. E su questa linea Taimela⁷⁰ ha anche ipotizzato che la fatica possa ridurre il senso di posizione della colonna vertebrale durante l'azione, creando un deficit nella propriocezione durante lo sforzo: quindi gli atleti non si renderebbero conto di aumentare il grado di flessione della colonna lombare.

Come abbiamo detto il rowing implica una combinazione di movimenti di flessione e rotazione. Questa attività asimmetrica si è ipotizzato possa portare a una asimmetria a livello muscolare del tronco e degli arti inferiori e quindi una alterazione della biomeccanica di movimento e, in ultima analisi, a infortuni alla schiena e LBP.

Interessanti i risultati di uno studio di Koutedakis⁷¹, che osservò che nelle donne dedite al canottaggio con Low Back Pain c'era un alterato rapporto di forza fra quadricipite/flessori della coscia, a causa del minor impiego e sviluppo dei muscoli posteriori della coscia durante la voga. Questa asimmetria notò essere associata a un aumento degli infortuni alla schiena.

Questo fatto pare essere correlato al ruolo che i muscoli posteriori della coscia hanno nel controllo del movimento pelvico: un forte quadricipite in combinazione con deboli muscoli della coscia durante la fase di passata/spinta possono alterare il ritmo lombo pelvico (nel passaggio da retroversione ad antiversione di bacino, dove muscoli della coscia e i glutei giocano un ruolo basilare), costringendo l'atleta a gravare e stressare la zona lombare e le strutture

correlate. Un adeguato training per bilanciare tale asimmetria è risultato efficace per la riduzione di infortuni.

Al contrario Parkin et al.⁷², in uno studio relativo alla misurazione dell'attività EMG su muscoli del tronco e della coscia riscontrarono, indipendentemente dal lato dominante, che non c'era nessuna differenza nella forza isometrica e isocinetica dei muscoli flessori ed estensori del ginocchio, né fra i muscoli estensori e flessori del tronco tra i rowers e il gruppo di controllo, mentre si registrarono una attività EMG più alta a livello dei muscoli del tronco, soprattutto dal lato della voga, nei rowers e questo poteva essere visto come una causa di infortunio e di LBP.

Lamb⁷³ invece ha postulato che un quadricipite forte che domina sui muscoli della coscia può portare ad una prematura rotazione posteriore del bacino e causare una iperflessione del rachide lombare; inoltre si ottiene una iperflessione anche quando si ha una debolezza dei muscoli stabilizzatori della scapola tale da rendere difficoltoso il sostenere le forze che vengono trasmesse dagli arti inferiori, oppure quando i muscoli della coscia sono troppo flessibili.

D'altro canto se il rower aumenta l'angolo coscia-tronco attraverso l'azione degli estensori del tronco piuttosto che attraverso la rotazione posteriore della pelvi, il risultato è una iperestensione nella posizione finale.

Sempre relativamente ad una asimmetria o debolezza muscolare Jull⁷⁴ ipotizzò la cosiddetta "pelvic crossed syndrome", dove la combinazione tra i muscoli ileo psoas ed erettori spinali normali o forti e muscoli addominali e glutei deboli porta a un tilt anteriore della pelvi nella posizione di flessione; ciò spiegherebbe la tendenza dei rowers con LBP ad avere un alto grado di tilt anteriore nella posizione di partenza.

Quindi la debolezza degli addominali potrebbe essere un fattore importante nell'incapacità di controllare la pelvi durante la fase di spinta e fattore di rischio per lo sviluppo di LBP.

Infatti si è visto che l'attività di alcuni gruppi di muscoli può aumentare la stabilità lombare. In particolare il trasverso dell'addome e i muscoli obliqui interni in co-contrazione con il muscolo multifido^{75 76} avrebbero un potere di controllo del movimento dei segmenti lombari e quindi un programma di allenamento di tali muscoli può essere utile come prevenzione di LBP nei rowers.

Oltre al ritmo lombopelvico alcuni autori hanno ipotizzato che il LBP nel rowing può essere dovuto a una *disfunzione* a livello dell'articolazione Sacro-iliaca, cioè a una alterata mobilità che porta a uno o più cambiamenti nella relazione strutturale tra sacro, ileo e una o entrambe le gambe⁷⁷. Questa deviazione dalla normale relazione anatomica può alterare i normali meccanismi di movimento relativamente alle strutture pelviche e lombari e ciò può portare a LBP.

Il rischio è probabilmente da ricercare nel continuo e ripetitivo spostamento della linea di gravità avanti e dietro l'acetabolo (in visione sagittale) combinato con le considerevoli forze di compressione e di taglio che possono portare a eccedere oltre il normale ROM dell'articolazione sacro-iliaca creando una condizione di instabilità e/o lassità. Questo rischio è sì correlato all'allenamento in acqua, ma c'è da considerare anche la notevole mole di allenamento a secco (corsa, pesi, remo ergometro) che può certamente creare problemi all'articolazione sacroiliaca, ma anche a tutte altre le strutture coinvolte nel ciclo di voga.

Infatti ci possono essere anche fattori esterni ai meccanismi spinali che includono la natura stessa dello sport, la tecnica del rowing, il disegno e i materiali delle armi e dei remi, gli allenamenti in sala pesi e l'utilizzo dei simulatori di voga.⁴⁷
^{78 79}

Molti autori hanno incriminato l'eccessivo uso di allenamenti a secco, in particolar modo l'uso del remoergometro^{47 79}, e l'aumento di incidenza degli infortuni alla schiena: infatti è comune per i canottieri allenarsi anche per più di 90 minuti con questi simulatori⁸⁰. Ricerche recenti hanno dimostrato che l'utilizzo per più di un'ora di remo ergometro può incrementare la fatica e portare a cambiamenti nella tecnica e nella meccanica spinale⁶⁰, anche se un buon controllo della tecnica dovuta all'esperienza può rendere questo aspetto marginale⁵².

In un ampio studio osservazionale retrospettivo su 1632 ex atleti di canottaggio, Teitz et al.⁴⁰ hanno individuato in 526 soggetti la comparsa di LBP durante il periodo universitario dell'attività di canottaggio. Si sono rivelati fattori significativamente associati con lo sviluppo di LBP l'inizio dell'attività di canottaggio prima dei 16 anni; l'uso del remo con la pala a mannaia; l'allenamento con pesi liberi, l'utilizzo di macchine per muscolazione, l'utilizzo del remo

ergometro, la posizione del cavo del remo ergometro sulla linea mediana e sessioni di allenamento al remo ergometro più lunghe di 30 minuti;

In contrasto con questi risultati Smoljamovic⁴², in uno studio condotto su vogatori della categoria junior, non trovò significative correlazioni tra l'inizio prima dei 16 anni e sessioni di allenamento con il remo ergometro con il rischio di infortunio in generale e in particolare di infortunio alla zona lombare ($p < 0,50$). Questo potrebbe essere dovuto al fatto che gli atleti della categoria junior sono un gruppo più omogeneo per età, esperienza, tipo e carico di allenamento, rispetto alla popolazione universitaria e generale di vogatori che è sicuramente più eterogenea e con diverso grado di background sportivo.

L'autore indica che la minor esperienza di voga, specie negli atleti junior, può essere un fattore di rischio per infortuni e overuse alla zona lombare, così come il cambio di lato di voga durante la stagione agonistica, rispetto a vogatori più esperti e a coloro che non cambiano il lato di voga. Inoltre, in accordo con Teitz⁴⁰, sottolinea che l'utilizzo di 2 o più metodi di allenamento era positivamente correlato ($p < 0,001$) a infortuni da overuse soprattutto alla zona lombare.

Anche il continuare a vogare in continua retroversione di bacino comporterebbe la comparsa di lombalgie, sciatalgie e altre patologie dovute all'inversione vertebrale della lordosi lombare⁸¹.

Si ipotizzato che un altro fattore di rischio potrebbe essere il periodo della giornata in cui si svolge l'allenamento o la gara⁵⁷, soprattutto al mattino quando, dopo la notte in cui la colonna vertebrale non è sottoposta a carico, il disco è imbevuto di fluido dai tessuti circostanti. Infatti Adams⁸² ha calcolato che lo stress mattutino in flessione è tre volte più alto rispetto ad altri momenti della giornata e questo può rendere il disco e i legamenti più vulnerabili all'infortunio in attività che comportano flessione.

Un cenno è d'obbligo anche alla spondilolisi che può essere fonte di LBP negli atleti e quindi anche nel rowing. La spondilolisi si riferisce a un difetto all'interno dell'osso della parte posteriore dell'arco neurale. Mentre la spondilolisi può svilupparsi in vari punti, la zona più colpita è l'istmo dell'osso compreso tra i processi articolari cefalici e caudali.

Questa regione, più comunemente conosciuta come la pars interarticularis, è maggiormente colpita a livello L5 (nell'85-95% dei casi) e L4 (nel 5-15% dei casi). Mentre l'esatta eziologia della spondilolisi istmica non è conosciuta, essa è comunemente considerata come una frattura da stress causata da sovraccarichi ripetitivi⁸³, anche se ci possono essere altri fattori che possono incidere. La prevalenza della spondilolisi nella popolazione generale è stimata tra il 3 e il 6%.

In generale negli atleti la prevalenza della spondilolisi è variabile e non è superiore rispetto alla popolazione non sportiva. Tuttavia alcuni sport appaiono essere associati con una maggior prevalenza di casi. In uno studio condotto su 3152 atleti competitivi, Soler e Calderon⁸⁴ hanno documentato una prevalenza del 27% nei lanciatori, 17% nei ginnasti e 17% nei rematori.



Fig. 6: Olimpiadi di Pechino 2008. Fonte: www.windoweb.it

PARTE 3

PREVENZIONE TRATTAMENTO

Per quanto riguarda trattamento e prevenzione nella letteratura analizzata si fa per lo più riferimento al LBP negli atleti in generale e si rimanda a protocolli e trattamenti che sono generici e non sport specifici. Purtroppo non si è trovato alcuno studio in letteratura che documenti l'efficacia di un programma di riabilitazione rispetto a un altro.

Relativamente al rowing esistono per lo più raccomandazioni e suggerimenti legati alle ipotesi e ai risultati ottenuti nei vari studi, review, ecc.

Di recente si è posta molta attenzione sugli esercizi di stabilizzazione lombare e su “core stability” in riabilitazione^{85 86}, prevenzione e nella normale routine di allenamento, in quanto si è riscontrato che ha un benefico effetto, appunto, come regime di prevenzione, come forma di riabilitazione e come programma di aumento di performance per molti infortuni spinali e muscolo scheletrici lombari⁶².

Infatti secondo la letteratura la stabilizzazione lombare enfatizza non tanto la forza muscolare, quanto la resistenza dei muscoli specialmente nella posizione di end-range, mantenendo la colonna lombare in una posizione più funzionale e “neutra”⁶⁸.

A proposito di infortuni e protocolli riabilitativi Edgar⁸⁷ indica che per i problemi lombari a carico delle faccette articolari, dovuti a una ridotta flessibilità a livello lombo-sacrale e coxofemorale, in prima istanza si deve ridurre la sintomatologia dolorosa tramite ultrasuoni, antinfiammatori e sospendere/ridurre l'allenamento. Successivamente, attraverso esercizi di stretching, mobilizzazioni e manipolazioni, si deve cercare di ripristinare il normale ROM articolare libero da dolore (circa due settimane di trattamento), per poi ritornare alle normali attività sport specifiche. Un programma successivo di esercizi posturali e di rinforzo muscolare è considerata condizione indispensabile per evitare ricadute.

Per i problemi discali, che possono includere o no LBP, l'autore sottolinea la difficoltà di stilare un programma standard di trattamento e prevenzione vista la grande eterogeneità dei sintomi, tuttavia suggerisce la riduzione degli allenamenti in fase acuta, l'utilizzo di ghiaccio e terapia caldo/freddo, unitamente ad esercizi di trazione, mobilizzazione e manipolazione. Una volta ridotto il dolore si suggerisce un graduale ritorno agli allenamenti: prima tramite il nuoto, l'uso di pesi, poi ricondizionamento aerobico (corsa, bici) fino all'uso del remo ergometro da un massimo di 10 minuti per poi iniziare ad aumentare il tempo in progressione. Solo in ultimo si può consentire il ritorno alla voga in acqua.

Relativamente alle problematiche di natura muscolare, l'autore parte dal presupposto che l'esplosiva contrazione dei muscoli quadricipite ed estensori lombari durante la fase di spinta porta nei rowers ad avere forti quadricipiti, muscoli estensori d'anca ed estensori corti della schiena. Perciò, allo scopo di ottenere un appropriato equilibrio della zona lombo-pelvica, è necessario effettuare appropriati esercizi di rinforzo degli addominali (retto dell'addome e obliqui) unitamente ad allungamento dei muscoli della coscia e dello psoas.

Inoltre una buona forza dei muscoli della coscia e un pieno ROM coxofemorale sono indispensabili per un corretto bilanciamento e per mantenere una corretta tecnica di flessione lombare alla fase di partenza della voga e una corretta stabilità lombosacrale.

Alcuni autori⁴⁴ hanno registrato una associazione tra l'esecuzione di stretching pre gara/allenamento e una diminuzione dell'incidenza di LBP nelle donne della categoria pesi leggeri; tale dato non è confermato da Smojjanovic⁴² nello studio relativo alla categoria junior dove non è emersa una correlazione significativa tra programma di stretching preventivo e l'incidenza di problemi alla schiena. Tuttavia si è riscontrato che i vogatori junior che eseguivano una sessione di più di 10 minuti di stretching alla fine dell'allenamento erano meno a rischio di eventi traumatici lombari.

Gli autori sottolineano che il miglioramento della flessibilità della coscia, seguito da un corretto posizionamento della pelvi durante il momento della spinta, permette una riduzione della necessità di aumento della flessione lombare, una delle potenziali cause degli infortuni e di LBP.

Sulla stessa linea altri autori^{88 89} evidenziano che se gli atleti in genere hanno una retrazione dei muscoli posteriori della coscia che ostacola il corretto posizionamento della pelvi, specie nella posizione di partenza, si arriva a una iperflessione lombare; per evitare tale problema viene consigliato di inserire nel programma di allenamento una fase di stretching di tali muscoli.

Relativamente alla debolezza muscolare numerosi autori, tra cui Parkin⁷², hanno postulato che un programma di allenamento specifico mirato all'aumento della forza dei muscoli deboli può prevenire la fatica e permettere un corretto bilanciamento che può ridurre il rischio di infortunio in generale.

Anche O'Kane⁶³ raccomanda esercizi sia di rinforzo muscolare che per il miglioramento della capacità aerobica generale, allo scopo di prevenire infortuni alla schiena e LBP.

Boland e Hosea⁹⁰ suggeriscono di adottare un programma di condizionamento generale mirato al rafforzamento degli arti inferiori, della zona lombare e dei muscoli addominali a scopo di stabilizzazione.

Come fattori di prevenzione Teiz⁴⁷, oltre a una attenta strutturazione del programma di allenamento in termini di volume, intensità e carico, suggerisce sia l'uso del remo ergometro per meno di 30 minuti per sessione sia il rafforzamento pre-stagione dei muscoli della schiena, della coscia e degli stabilizzatori della scapola, il tutto associato a una buona tecnica di vogata per trasferire il carico dalla bassa schiena alle gambe in modo ottimale, diminuendo così il rischio di infortuni alla zona lombare.

Sulla stessa linea Reid⁵⁷ indica che il controllo del ROM lombare attraverso specifici pattern di attivazione muscolare, la flessibilità dei muscoli della coscia, il momento della giornata in cui ci si allena ed una adeguata attività di riscaldamento sono tutti fattori che dovrebbero essere considerati nello stilare un adeguato programma di allenamento per la prevenzione del LBP.

A proposito della fase di riscaldamento (warm up) alcuni autori la ritengono importante come elemento per ottimizzare la biomeccanica del movimento⁵² e migliorare anche la propriocezione dell'atleta⁹¹, anche se è difficile quantificare l'entità di tale riscaldamento, in quanto varia da atleta ad atleta; generalmente si suggerisce un tempo di circa 3-5 minuti.

Allargando il raggio di analisi alcuni riabilitatori hanno sviluppato programmi di esercizi per il Low Back Pain negli atleti semplicemente adattando quelli inizialmente utilizzati per i non atleti²⁵.

Un legame comune tra questi programmi è l'obbligo di tornare all'attività solo dopo aver ripristinato la funzionalità normale (forza, flessibilità e resistenza) e tali programmi possono essere anche applicati al trattamento e alla prevenzione nel rowing, anche se non sono presenti trial clinici validati.

Dopo uno strain o uno sprain (gli strain si presentano con una rottura delle fibre muscolari in varie localizzazioni all'interno del ventre o della giunzione muscolo-tendinea; gli sprain si verificano a causa dello stiramento sub-massimale di uno o più legamenti spinali) la maggior parte dei medici consigliano un breve periodo di riposo (da uno a due giorni) e ghiaccio a intervalli nella fase acuta. A questa prima fase se ne deve far seguire una successiva caratterizzata da esercizi di allungamento, da effettuarsi con progressione e sotto la guida di un istruttore qualificato o di un fisioterapista.

George e Delitto⁹² hanno descritto un trattamento base secondo una classificazione di Low Back Pain negli atleti.

Le lombalgie non radicolari sono state classificate in sei diverse sindromi (estensione, flessione, mobilizzazione lombare, mobilizzazione sacroiliaca, immobilizzazione e sindrome da shift laterale) in base a fattori di esacerbazione e alla presunta eziologia. Il trattamento è stato indirizzato a limitare le posture dolorose e concentrato a esercitare il rachide entro il range di movimento senza dolore. Ad esempio, la sindrome da estensione, caratterizzata da comparsa di dolore in flessione con miglioramento in estensione, è stata trattata con esercizi di estensione e restrizione del ROM in flessione. In ultima analisi, secondo questa metodica, il tipo di trattamento è determinato dalla capacità del medico di differenziare le risposte alle varie manovre provocatorie.

Hopkins e White⁹³ hanno descritto un sistema di tre cicli (o livelli) per riabilitare le lesioni lombari derivate dall'attività atletica. Ogni ciclo differisce dagli altri per: quantità di riduzione dell'attività (in termini di durata, intensità e frequenza), terapia (sia farmacologica che riabilitativa) e tempo prima del ritorno

all'attività. Il primo ciclo si divide nelle sottofasi A, B e C. Una breve sintesi delle loro raccomandazioni sono illustrate nella tabella sottostante.

Three-Cycle System for Treatment of Nonradicular Low-Back Pain in Athletes as Described by Hopkins and White	
Cycle IA	Immediate return to full activity; games and practices are not missed
Cycle IB	Games and body contact are prohibited, practice is reduced by 75% (duration, intensity, frequency), nonsteroidal anti-inflammatory drugs, physical therapy optional, back to competition in four days
Cycle IC	Games and body contact are prohibited, practice is reduced by 50%, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, physical therapy optional, advance to Cycle B in four days
Cycle II	Games and practice are prohibited, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, two days of bed rest followed by physical therapy for abdominal strengthening for five days, advance to Cycle I
Cycle III	Games and practice are prohibited, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, two days of bed rest followed by physical therapy for abdominal and paraspinal strengthening, stationary bicycling, walking, or swimming

Tabella 2 – Sistema a Tre Cicli per il trattamento del LBP non radicolare in atleti (tratto da: Bono CM. Low-back pain in athletes. J Bone Joint Surg Am. 2004;86:382-396)

Ciclo 1A: immediato ritorno alla piena attività, non c'è interruzione di gare e attività;

Ciclo 1B: sono vietate gare e attività di contatto, l'attività è ridotta del 75% (durata, intensità e frequenza), somministrazione di farmaci anti-infiammatori non steroidei, la terapia fisica è facoltativa, ritorno alle competizioni in quattro giorni;

Ciclo 1C: sono vietate gare e attività di contatto, l'attività è ridotta del 50%, somministrazione di farmaci anti-infiammatori non steroidei, la terapia fisica è facoltativa, passaggio al ciclo B in quattro giorni;

Ciclo 2: sono vietate gare e attività, somministrazione di farmaci anti-infiammatori non steroidei, due giorni di riposo a letto seguiti da terapia fisica per il rinforzo addominale per un periodo di cinque giorni, passaggio al Ciclo 1

Ciclo 3: sono vietate gare e attività, somministrazione di farmaci anti-infiammatori non steroidei, due giorni di riposo a letto seguiti da terapia fisica per il rinforzo addominale e paraspinale, cyclette, camminate a piedi, o nuoto in piscina.

Più sinteticamente, Dreisinger e Nelson⁹⁴ hanno impostato il trattamento inquadrandolo semplicemente in acuto e cronico. Ammettendo che le lesioni acute si risolvano in modo rapido e solitamente spontaneo, gli autori raccomandano un breve periodo di riduzione dell'attività e ghiaccio, somministrazione di FANS e stretching seguito da rinforzo muscolare e ritorno all'attività sportiva. Inoltre raccomandano che i casi cronici siano trattati con esercizi rivolti al tronco, al rachide e agli arti inferiori al fine di ripristinarne la funzione.

Relativamente alle patologie del disco il trattamento conservativo è il principale trattamento del Low Back Pain. Sono stati suggeriti vari protocolli specifici per questa condizione.

Cook e Lutz⁹⁵ hanno dettagliato un protocollo riabilitativo a 5 stadi per il trattamento della lombalgia discogenica negli atleti.

Stadio I (mobilizzazione precoce protetta): consiste in un breve periodo di riposo seguito da varie modalità terapeutiche (applicazione di caldo o freddo, FANS, mobilizzazione dei tessuti molli e iniezione epidurale). Non appena il dolore è sotto controllo, l'atleta inizia rapidamente un programma di esercizi per restituire il ROM a livello lombare e agli arti inferiori.

Stadio II (stabilizzazione spinale dinamica): si concentra su esercizi di co-contrazione dei muscoli addominali e degli estensori lombari per stabilizzare il segmento danneggiato. Gli esercizi isometrici (contrazione muscolare senza variazione della sua lunghezza) aiutano il riallenamento muscolare finalizzato a mantenere meccanicamente la posizione neutrale.

Stadio III: si focalizza sul rinforzo dei muscoli lombari.

Stadio IV: qui l'atleta ritorna all'attività sportiva. Sono raccomandati esercizi pliometrici (resistenza all'allungamento muscolare o contrazione eccentrica, seguita da una contrazione concentrica esplosiva). I criteri degli autori per il ritorno allo sport sono il raggiungimento del ROM completo senza dolore, la capacità di mantenere la posizione neutrale del rachide durante gli esercizi sport-specifici e il recupero della forza muscolare, della resistenza e del controllo.

Stadio V: include l'istituzione di un programma di mantenimento con regolari esercizi di riscaldamento e al domicilio.

Young e al.⁹⁶ rimarcano l'importanza della partecipazione attiva del terapeuta che deve adattare continuamente il trattamento ai progressi dell'atleta. Inoltre sottolineano l'importanza di non affidarsi esclusivamente a un approccio algoritmico alla riabilitazione. Gli obiettivi della terapia sono la riduzione del dolore e la riduzione della durata degli episodi sintomatici. L'importanza del lavoro è posta sulla risoluzione della stiffness dei muscoli extraspinali come gli hamstrings, i flessori, rotatori ed estensori d'anca e gli addominali.



Capitolo 5 **CONCLUSIONE**

CONCLUSIONE

PARTE 1 DISCUSSIONE

Il LBP è un problema che colpisce la popolazione generale con una frequenza elevata sia in disturbi di tipo acuto che cronici; tuttavia sia la diagnosi che il trattamento sono a tutt'oggi ancora oggetto di controversie e di discussioni.

Nell'ambito sportivo il problema diventa ancora più complesso in quanto, oltre ad esistere numerose cause propriamente spinali, ci sono altrettanti fattori non spinali che possono provocare dolore lombare. Inoltre ci sono cause e fattori di rischio legati al gesto sportivo, ai carichi, all'intensità e alla frequenza di allenamento, all'utilizzo degli strumenti per la pratica sportiva.

Relativamente al rowing la letteratura analizzata indica quanto il LBP nel canottaggio sia un argomento di grande interesse per l'ambito medico e non, ma anche di notevole complessità e controversia; per tanto risulta difficile riuscire a inquadrare univocamente il problema in modo specifico, sia per la diagnosi che per il trattamento.

Gli studi analizzati hanno rilevato che il canottaggio è uno sport con basso rischio di infortunio se paragonato ad altri sport di contatto, ma ad alta percentuale di rischio di LBP a causa della natura ripetitiva del gesto atletico tipico di tale sport.

La prevalenza di LBP nei rowers è andata incrementando negli ultimi 20 anni a causa dell'evoluzione dello sport stesso relativamente alla tecnica di voga, di nuovi protocolli e di nuove metodologie di allenamento fuori dall'acqua, fra cui uso di pesi, macchinari, corsa e non da ultimo l'utilizzo di simulatori di voga a secco, ossia i remo ergometri.

Le donne sembrano avere una più alta incidenza di infortuni traumatici e di LBP rispetto agli uomini che invece sembrano soffrire di più di infortuni da overuse; tuttavia le donne paiono compensare lo svantaggio fisico in termini di forza e

potenza nei confronti degli uomini grazie ad una maggiore capacità di ottimizzare la biomeccanica del gesto atletico.

I rowers più vecchi sembrano essere più colpiti dal LBP, per una questione squisitamente di “usura”, rispetto ai più giovani, anche se l’esperienza di voga degli atleti più anziani può essere elemento di maggior controllo di tecnica e fatica e quindi un fattore preventivo di LBP.

Questo aspetto dell’esperienza può essere anche esteso al confronto fra atleti di elite e atleti amatoriali, con i secondi più a rischio di infortuni rispetto ai primi, anche se la letteratura è carente sotto questo profilo, in quanto la maggior parte degli studi riguardano principalmente gli atleti di elite e popolazione universitaria.

In termini di eziologia ampia importanza è stata data alla biomeccanica spinale del gesto tecnico: il rowing come altri sport quali ginnastica, ciclismo, cricket combinano movimenti di rotazione assiale con la flessione-estensione sul piano sagittale. Tale combinazione unitamente alle grandi forze che agiscono a livello spinale durante la voga possono essere considerati come un potenziale rischio di LBP.

Nelle posizioni di end-range in flessione ed estensione le strutture passive spinali (legamenti, muscoli, disco e ossa) sono sollecitate al massimo, aggiungendo una rotazione assiale il rischio di una lesione delle strutture passive è alto, ancor di più nella posizione seduta rispetto a quella eretta; al contrario nella cosiddetta posizione neutra (zona neutra) della colonna vertebrale si sollecitano meno le strutture passive e quindi tali rotazioni assiali sono più sopportabili.

Il ritmo lombo pelvico e la corretta posizione dei segmenti durante la voga sono il punto cardine per comprendere la biomeccanica del ciclo di voga; e tutto ciò che altera tale ciclo è fattore che può provocare infortuni o LBP.

La fatica muscolare è uno di questi elementi: quando la fatica colpisce i muscoli del tronco si ha una alterazione della tecnica e un maggior uso della zona lombare durante il movimento di spinta, con conseguente sovraccarico della zona lombare stessa e delle sue strutture.

Resta comunque una ipotesi controversa la relazione fra forza dei muscoli del tronco e presenza/incidenza di LBP.

Altro fattore di notevole interesse è il fatto che il rowing è una attività asimmetrica. Si è ipotizzato che questo possa portare a una asimmetria a livello muscolare del tronco e degli arti inferiori e quindi a una alterazione della normale biomeccanica di voga. Soprattutto si è posta l'attenzione agli squilibri fra quadricipite e muscoli posteriori della coscia, muscoli ileopsoas ed erettori spinali e muscoli addominali e glutei, sui muscoli stabilizzatori della scapola ecc.

Anche la spondilolisi e una alterazione della articolazione sacro-iliaca possono essere causa di fatica e di un'alterata biomeccanica di voga.

Oltre a questi la letteratura indica anche fattori esterni ai meccanismi spinali che includono la natura stessa dello sport e la tecnica del rowing, il disegno e i materiali delle armi e dei remi, gli allenamenti in sala pesi e l'utilizzo dei simulatori di voga.

Per quanto riguarda trattamento e prevenzione nella letteratura analizzata si fa per lo più riferimento al LBP negli atleti in generale e si rimanda a protocolli e trattamenti che sono generici e non sport specifici. Purtroppo non si è trovato alcuno studio in letteratura che documenti l'efficacia di un programma di riabilitazione rispetto ad un altro.

Relativamente al rowing esistono per lo più raccomandazioni e suggerimenti legati alle ipotesi e ai risultati ottenuti in studi, review, ecc.

Importanza viene data alla cosiddetta "core stability", allo scopo di mantenere una stabilità e un controllo ottimale a livello lombopelvico, al rinforzo muscolare generale e specifico per prevenire fatica e asimmetrie, a una buona fase di riscaldamento (warm up), allo stretching pre e dopo gara (anche se questo è oggetto di numerose controversie), all'utilizzo non eccessivo del remo ergometro, fino a una ottimizzazione della tecnica di voga e ad una attenta programmazione degli allenamenti.

PARTE 2 CONCLUSIONE

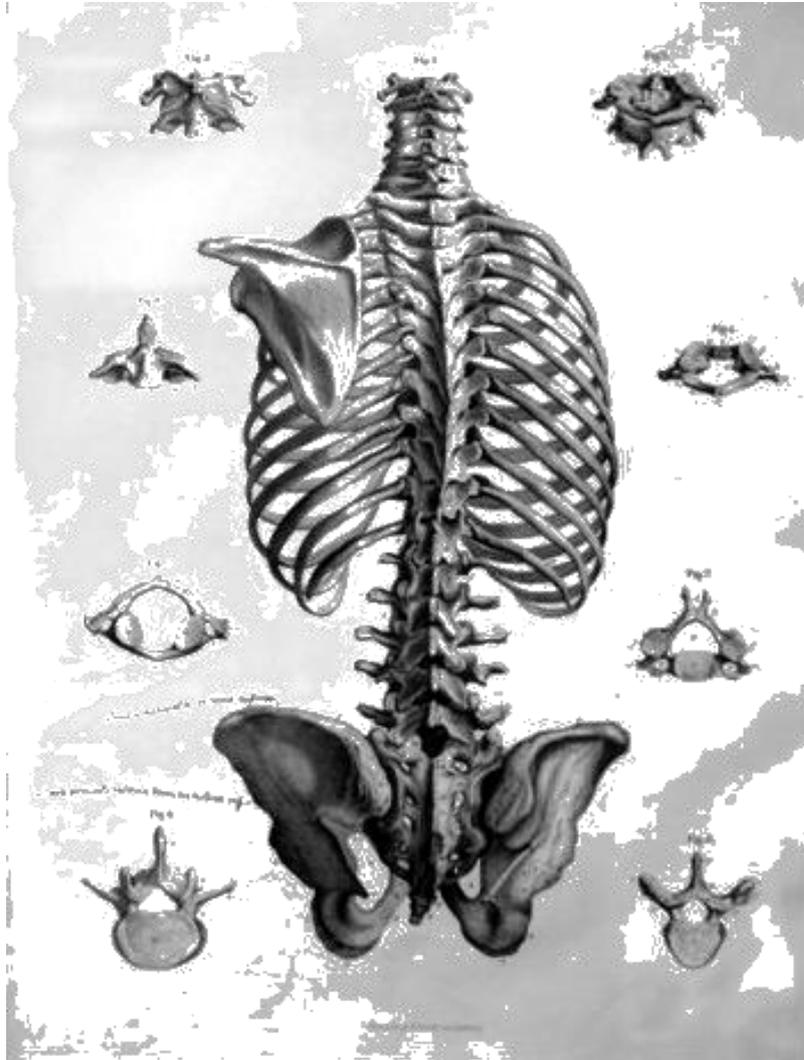
Gli studi analizzati hanno rilevato che il canottaggio è uno sport con alta percentuale di rischio in relazione al LBP con cause molteplici e legate alle caratteristiche del gesto atletico richiesto, alla costituzione fisica dell'atleta e anche al tipo di allenamento e ai materiali utilizzati nella pratica sportiva.

Data la complessità dei gesti atletici specifici di ogni attività sportiva (e quindi anche del rowing) e la variabilità dell'intensità di utilizzo delle varie strutture corporee (sia rispetto al tipo di sport che all'intensità di pratica), sarebbero necessari degli studi analitici con vaste coorti di pazienti (selettive per ogni singolo sport e livello di partecipazione), al fine di stabilire con maggiore sicurezza l'associazione tra meccanismi patogenetici e i vari tipi di lesione.

Per quanto riguarda il trattamento dovrebbero essere attivati dei trial clinici randomizzati, per verificare l'efficacia delle pratiche riabilitative già in uso e per sperimentarne di nuove, con l'obiettivo di praticare solo quelle direttamente derivate dai correlati fisiopatologici.



Fig. 7: Campionati italiani rowing. Fonte www.sportravenna.it



Capitolo 6

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1 Voliannitis S, Secher NH. History in: Secher NH & Voliannitis S, editors. Rowing. London: Blackwell; 2007. pp. 1-21.
- 2 Secher NH, Volianitis S, Jürimäe J. Physiology. In: Secher NH & Voliannitis S, editors. Rowing. London: Blackwell; 2007. pp. 42-65.
- 3 Fiskerstrand Å, Seiler KS. Training and performance characteristics among Norwegian International Rowers 1970-2001. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14:1-8.
- 4 De Capua G, De Santis M, Ingegnere D, Parnigotto G. Guida tecnica al canottaggio. CONI Divisione centri giovanili, Roma 1993.
- 5 Mc Gregor AH, Bull AM, Byng-Maddick R. A comparison of rowing technique at different stroke rates: a description of sequencing, force production and kinematics. *Int J Sports Med*. 2004 Aug; 25 (6): 465-70.
- 6 Torres-Moreno R, Taneke C, Penney KI. Joint excursion, handle velocity, and applied force: a biomechanical analysis of ergometric rowing. *Int J Sports Med* 2000 Jan 21 (1): 41-4.
- 7 Zangla D, Barone R, Taormina A, Barba A, Bellafiore M, Leonardi V. Exercise induced postural changes in elite young rowers *Ital J Sport Sci* 2005; 12: 150-154.
- 8 Bull AM, Mc Gregor AH. Measuring spinal motion in rowers: the use of an electromagnetic device. *Clin Biomech (Bristol avon)* 2000 Dec; 15 (10): 7726.
- 9 Jürimäe J, Jürimäe T, Maestu J. The Oarsman. In: Secher NH & Voliannitis S, editors. Rowing. London: Blackwell; 2007. pp. 35-41.
- 10 Rumball JS, Lebrun CM, Di Ciacca SR, Orlando K. Rowing Injuries. *Sports Med* 2005;35(6):537-555.
- 11 Slater GJ, Rice AJ, Mujika I, Hahn AG, Sharpe K, Jenkins DG. Physique traits of lightweight rowers and their relationship to competitive success. *Br J Sports Med* 2005;39:736-741.

- 12 Slater GJ, Rice AJ, Sharpe K, Mujika I, Jenkins DG, Hahn AG. Bodymass management of Australian lightweight rowers prior to and during competition. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(5):860-866.
- 13 Sykora C, Grilo MC, Wilfley DE, Brownell KD. Eating, weight, and dieting disturbances in male and female lightweight and heavyweight rowers. *Int J Eat Disord* 1992;14:203-211.
- 14 Talbott SM and Shapses SA. Fasting and energy intake influence bone turnover in lightweight male rowers. *Int J Sport Nutr* 1998;8:377-387.
- 15 Zanker CL and Swaine IL. Responses of bone turnover markers to repeated endurance running in humans under conditions of energy balance and energy restriction. *Eur J Appl Physiol* 2000;83:434-440.
- 16 Morris FL, Payne WR, Wark JD. Prospective decrease in progesterone concentrations in female lightweight rowers during the competition season compared with the off season: a controlled study examining weight loss and intensive exercise. *Br J Sports Med* 1999;33:417-422.
- 17 Degoutte F, Jouanel P, Bègue RJ, Colombier M, Lac G, Pequignot JM, Filaire E. Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int J Sports Med* 2006;27:9-18.
- 18 Elliot B, Lyttle A, Birkett O. The RowPerfect Ergometer: A Training Aid for On-Water Single Scull Rowing. *Sports Biomechanics*. 2000;1(2):123-34.
- 19 Even-Tov I, Yedwab GA, Persitz E, David MP. Stress fracture of the ribs in late pregnancy. *Int Surgery* 1979;64(5): 85-87.
- 20 Jensen K. Performance assessment. In: Secher NH & Voliannitis S, editors. *Rowing*. London: Blackwell; 2007. pp. 96-102.
- 21 Wilson F, Gissane C, Simms C, Gormley J. A 12 month prospective cohort study of injury in international rowers. *Br J Sport Med* 2008 online 21/8; doi:10.1136/bjism.2008.048561.
- 22 Nachemson AL :Advances in low back pain. *Clin.Orthop*. 1985; 200: 266-278.
- 23 Dreisinger TE, Nelson B. Management of back pain in athletes. *Sports Med*. 1996;21:313-20. (Review).
- 24 Walsh NE, Dumitru D: Compensation and low back pain. *PMR* 1991; 5:223-236.
- 25 Bono CM. Low-back pain in athletes. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Feb;86-A(2):382-96. (Review).

- 26 Ong A., Anderson J., Roche J. A pilot study of the prevalence of lumbar disc degeneration in elite athletes with lower back pain at the Sydney 2000 Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2003; 37: 263-6. (Journal article).
- 27 Nachemson AL. Newest knowledge of low back pain. A critical look. *Clin Orthop.* 1992;279:8-20. (Review).
- 28 Trainor TJ, Wiesel SW. Epidemiology of back pain in the athlete. *Clin Sports Med.* 2002;21:93-103. (Review).
- 29 Granhed H, Morelli B. Low back pain among retired wrestlers and heavyweight lifters. *Am J Sports Med.* 1988;16:530-3. (Cross-sectional study) .
- 30 Sward L, Hellstrom M, Jacobsson B, Nyman R, Peterson L. Disc degeneration and associated abnormalities of the spine in elite gymnasts. A magnetic resonance imaging study. *Spine.* 1991 Apr;16(4):437-43. (Comparative study).
- 31 Videman T, Sarna S, Battie MC, Koskinen S, Gill K, Paananen H, Gibbons L. The long-term effects of physical loading and exercise lifestyles on backrelated symptoms, disability, and spinal pathology among men. *Spine.* 1995; 20:699-709. (Hystorical cohort).
- 32 McCarroll JR, Miller JM, Ritter MA. Lumbar spondylolysis and spondylolisthesis in college football players. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1986;14:404-6. (Prospective study).
- 33 Hainline B. Low back injury. *Clin Sports Med.* 1995;14:241-65. (Review).
- 34 Lundin O, Hellstrom M, Nilsson I, Sward L. Back pain and radiological changes in the thoraco-lumbar spine of athletes. A long-term follow-up. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11:103-9. (Comparative study).
- 35 Sward L, Hellstrom M, Jacobsson B, Peterson L. Back pain and radiologic changes in the thoraco-lumbar spine of athletes. *Spine.* 1990 Feb;15(2):124-9. (Journal article).
- 36 Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:1686-8. (Journal article).
- 37 Hickey GJ, Fricker PA, McDonald WA. Injuries to elite rowers over a 10-yr period. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:1567-72. (Journal article).
- 38 Keene JS, Albert MJ, Springer SL, et al. Back injuries in college athletes. *J Spinal Disord* 1989;2:190-5.

- 39 Greene HS, Cholewicki J, Galloway MT, Nguyen CV, Radebold A. A history of low back injury is a risk factor for recurrent back injuries in varsity athletes. *Am J Sports Med.* 2001;29:795-800. (Journal article).
- 40 Teitz CC, O'Kane J, Lind BK, Hannafin JA. Back pain in intercollegiate rowers. *Am J Sports Med.* 2002 Sep-Oct;30(5):674-9. (Observational study).
- 41 Parkkari J, Kannus P, Natri A, et al. Active living and injury risk. *Int J Sports Med.* 2004;25:209-216.
- 42 Smoljanovic T, Bojanic I, Hannafin JA, Hren D, Delimar D, Pecina M. Traumatic and overuse injuries among International elite rowers. *Am J Sports Med.* 2009 Jun;37(6):1193-9.
- 43 Bahr R, Andersen SO, Løken S, Fossan B, Hansen T, Holme I. Low back pain among endurance athletes with and without specific back loading--a cross-sectional survey of cross-country skiers, rowers, orienteers, and nonathletic controls. *Spine.* 2004 Feb 15;29(4):449-54. (Cross sectional survey).
- 44 Howell DW. Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. *Am J Sports Med* 1984;12:278-82.
- 45 Stallard MC. Backache in oarsmen. *Br J Sports Med* 1980;14:105-8.
- 46 Hosea TM, Boland AL. Rowing injuries. *Postgrad Adv Sports Med.* 1989;III:1-17.
- 47 Teitz CC, O'Kane J and Lind BK. Back Pain in Former Intercollegiate Rowers: A Long-term Follow-up Study. *Am. J. Sports Med.* 2003; 31; 590.
- 48 Perich D, Burnett A, O'Sullivan P. Low back pain and the factors associated with it: Examination of adolescent female rowers. In: Schwameder H, Srtutzenberger G, Fastenbauer V, Lidinger S, Muller E, editors. 24th symposium of the international society of biomechanics in sports. The University of Salzburg, 2006. p. 355-8.
- 49 McGregor AH, Z S Patankar ZS and Bull AMJ Do men and women row differently? A spinal kinematic and force perspective. *J. Sports Engineering and Technology*, 2008, vol.22, 77-82.
- 50 Yoshiga, C. C. and Higuchi, M. Rowing performance of female and male rowers. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 2003, 13, 317-321.
- 51 McGregor, A. H., Patankar, Z. S., and Bull, A. M. J. Spinal kinematics in elite oarswomen during a routine physiological 'step test'. *Med. Sc. Sports Exer.*, 2005, 37, 1014-1020.

- 52 Mackenzie H, Bull A and McGregor AH. Changes in rowing technique over a routine one hour low intensity high volume training session. *J. Sports Med.* 2008; 7, 486-491.
- 53 Caldwell, J.S., McNair, P.J. and Williams, M. The effects of repetitive motion on lumbar flexion and erector spinae muscle activity in rowers. *Clinical Biomechanics* 2003; 18, 704-711.
- 54 Cholewicki, J, and McGill, S.M. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics* 1996;11, 1-15.
- 55 Panjabi, M., Abumi, K., Duranceau, J. and Oxland, T. Spinal stability and intersegmental muscle forces. A biomechanical model. *Spine* 1989;14, 194-200.
- 56 Dolan, P. and Adams, M.A. Repetitive lifting tasks fatigue the back muscles and increase the bending moment acting on the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* 1998;31, 713-721.
- 57 Reid, D.A. and McNair, P.J. Factors contributing to low back pain in rowers. *British Journal of Sports Medicine* 2000; 34, 321-322.
- 58 Adams M and Dolan P. Recent advances in the lumbar spine mechanics and their clinical significance. *Clinical Biomechanics* 1995;10:13–19.
- 59 McGregor AH, Anderton L, Gedroyc WMW. The trunk muscles of elite oarsmen. *Br J Sports Med.* 2002 Jun;36(3):214-7. (Clinical trial – Comparative study).
- 60 Holt, P.J., Bull, A. M., Cashman, P. M., and McGregor, A. H. Kinematics of spinal motion during prolonged rowing. *International Journal of Sports Medicine* 2003;24, 597-602.
- 61 Burnett A, O'Sullivan P, Ankarberg L, Gooding M, Nelis R, Offermann F, Persson J. Lower lumbar spine axial rotation is reduced in end-range sagittal postures when compared to a neutral spine posture. *Man Ther.* 2008 Aug;13(4):300-6. Epub 2007 Mar 29.
- 62 McGregor A, Anderton L, Gedroyc W. The assessment of intersegmental motion and pelvic tilt in elite oarsmen. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Jul;34(7):1143-9.
- 63 O’Kane JW, Teitz CC, Lind BK. Effect of preexisting back pain on the incidence and severity of back pain in intercollegiate rowers. *Am J Sports Med.* 2003;31:80-2. (Journal article).

- 64 McGregor, A., Hill, A. and Grewar, J. Trunk strength patterns in elite rowers. *Isokinetics and Exercise Science* 2004;12, 253-261.
- 65 McGregor, A.H., Bull, A. M. and Byng-Maddick, R. A comparison of rowing technique at different stroke rates: a description of sequencing, force production and kinematics. *International Journal of Sports Medicine* 2004;25, 465-470.
- 66 Roy S, DeLuca C, Snyder-Mackler L, et al. Fatigue, recovery and low back pain in varsity rowers. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:463-9.
- 67 McGregor, A.H., Patankar, Z.S., and Bull, A.M. Changes in the spinal kinematics of oarswomen during step testing. *Journal of Sports Science and Medicine* 2007;6, 29-35.
- 68 Chan RH. Endurance times of trunk muscles in male intercollegiate rowers in Hong Kong. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:2009-12.
- 69 McGill S. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev* 2001;29:26-31.
- 70 Taimela S, Kankaapa M, Luoto S. The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. A controlled study. *Spine* 1999; 24:1322-7.
- 71 Koutedakis Y, Frischknecht R and Murthy M. Knee flexion to extension peak torque ratios and low back injuries in highly active individuals. *International Journal of Sport Medicine*. 1997;18, 290-295.
- 72 Parkin S, Nowicky AV, Rutherford OM, et al. Do sweep stroke oarsmen have asymmetries in the strength of their back and leg muscles? *J Sport Sci* 2002.
- 73 Lamb DH. A kinematic comparison of ergometer and on-water rowing. *Am J Sport Med*. 1989;17:367-373.
- 74 Jull GA, Janda V. Muscles and motor control in LBP: Assessment and Management. In: Twomey LT (ed). *Physiotherapy of the Low Back*. New York: Churchill Livingstone, 1987:253-279.
- 75 Richardson C, Jull G. Muscle control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy* 1995;1:2-10.
- 76 O'Sullivan P, Alison G, Twomey L. Evaluation of specific stabilising exercises in the treatment of chronic LBP with the radiological diagnosis of spondylosis and spondylolisthesis. *Spine* 1997;22:2959-65.
- 77 Timm KE. Sacroiliac Joint Dysfunction in Elite Rowers. *Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy*, 1999;29 (5):288-293.

- 78 Steer, R. R., McGregor, A. H., and Bull, A. M. J. Repeatability of kinematic measures of rowing performance and their use to compare two different rowing ergometers. *J. Sports Sci. Med.*, 2006, 5, 52–59.
- 79 Bernstein, I.A., Webber, O. and Woledge R (2002) An ergonomic comparison of rowing machine designs: possible implications for safety. *British Journal of Sports Medicine* 36, 108-112.
- 80 Fiskerstrand, A. and Seiler, K.S. (2004) Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970- 2001. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 14, 303-310.
- 81 Zangla D, Barone R, Taormina A, Barba A, Bellafiore M, Leonardi V. Exercise induced postural changes in elite young rowers. *Ital J Sport Sci* 2005; 12: 150-154.
- 82 Adams M, Dolan P, Hutton W. Diurnal variations on the stresses on the lumbar spine. *Spine* 1987;12:130–7.
- 83 Standaert CJ, Herring SA, Halpern B, King O. Spondylolysis. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2000;11:785-803. (Review).
- 84 Soler T, Calderon C. The prevalence of spondylolysis in the Spanish elite athlete. *Am J Sports Med.* 2000;28:57-62. (Journal article).
- 85 Akuthota V, Nadler S. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85 (Suppl 1):S86-92.
- 86 Leetun D, Ireland M, Willson J, Ballantyne B, Davis I. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:926-34.
- 87 Edgar M. Rowing Injury. A physiotherapist's perspective. *SportCare Journal* 1995; vol 2(1): 32-35.
- 88 Gajdosik R, Albert C, Mitman J. Influence of hamstring length on the standing posture and the flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle and the thoracic angle. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;20:213–19.
- 89 Gajdosik R, Hatcher C, Whitesell S. Influence of short hamstring muscles on the pelvis and lumbar spine in standing and during the toe touch test. *Clinical Biomechanics* 1992;7:38–42.
- 90 Boland A, Hosea T. Rowing and sculling and the older athlete. *Clin Sports Med* 1991;10:3–19.

- 91 Bartlett, M.J. and Warren, P.J. (2002) Effect of warming up on knee proprioception before sporting activity. *British Journal of Sports Medicine* 36, 132-134.
- 92 George SZ, Delitto A. Management of the athlete with low back pain. *Clin Sports Med.* 2002;21:105-20. (Review – Case report).
- 93 Hopkins TJ, White AA 3rd. Rehabilitation of athletes following spine injury. *Clin Sports Med.* 1993;12:603-19. (Review).
- 94 Dreisinger TE, Nelson B. Management of back pain in athletes. *Sports Med.* 1996;21:313-20. (Review).
- 95 Cooke PM, Lutz GE. Internal disc disruption and axial back pain in the athlete. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2000;11:837-65. (Review).
- 96 Young JL, Press JM, Herring SA. The disc at risk in athletes: perspectives on operative and nonoperative care. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Jul;29(7 Suppl):S222-32. (Review).

IMMAGINI

- Fig. 1 e 2 da Vinther A. Rib stress fracture in elite rowers. 2008. Department of Health Sciences, Faculty of medicine, Lund University, Sweden.
- Fig. 2, 3, 4, 5, 6 da www.windoweb.it
- Fig. 7 da www.sportravenna.it