



Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

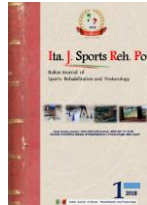


*Open Access Journal - ISSN 2385-1988 [online] - IBSN 007-111-19-55
Società Scientifica Italiana di Riabilitazione e Posturologia dello Sport*

1 2018



Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi,
A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
**Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain.
Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.**
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Ita. J. Sports Reh. Po.

814

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo - funzionale.

**Autori : Rosario D'Onofrio¹ , Pasquale Tamburrino² , Gabriele Papa³, Giancarlo Rando⁴,
Agostino Tucciarone⁵, Vincenzo Manzi⁶, Antonio Pintus⁷, Antonio Bovenzi⁸, Luigi Febbrari⁹,
Jan Van de Rakt¹⁰**

¹ *Posturologist and Certificated in Athletic Trainers in Rehabilitation (CATR), Rehab Conditioning Specialist (RCS) - Roma*

² *Ortopedico e Medico dello Sport, Libera Associazione Medici del Calcio - Roma*

³ *Ortopedico - Dipartimento di Ortopedia dell'Anca e Chirurgia Protesica – Humanitas Research Hospital – Rozzano Milano*

⁴ *Medico dello Sport , Fisiatra, SOC Medicina Fisica e Riabilitativa ,Ospedale San Lazzaro - Alba (Cn)*

⁵ *Ortopedico e Medico dello Sport. Istituto Ortopedico Chirurgico Traumatologico (ICOT) – Latina*

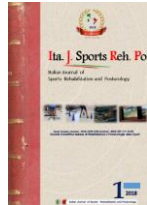
⁶ *Preparatore Fisico - FC Torino Calcio – Torino*

⁷ *Preparatore Fisico - FC Real Madrid – Madrid*

⁸ *Preparatore Fisico - FC Torino Calcio - Torino*

⁹ *Preparatore Fisico - Brescia*

¹⁰ *Fisioterapista, NDT teacher IBITA, Course Leader and teacher on the Dutch Institute for Allied Health Sciences .
Nursing Home "Waelwick" in Ewijk The Netherlands - Netherlands*



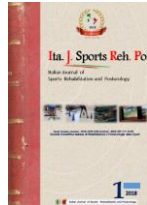
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Abstract

815

Background. La stabilità del Lumbo-Pelvic-Hip Complex è una componente essenziale per migliorare le performance atletiche e decrementare il rischio di infortuni nello sportivo. **Obiettivo.** Studiare le dinamiche posturali del complesso pelvico e correlarle con il Low Back Pain per verificare, successivamente la validità degli esercizi eseguiti su superfici instabili (Swiss Ball) ed in sospensione (TRX) sulla stabilità del complesso Lumbo-Pelvic-Hip Complex. Si è cercato anche di identificare i migliori esercizi, per pazienti affetti da Low Back Pain. **Metodo.** E' stata eseguita una revisione retroattiva della letteratura. Abbiamo effettuato la ricerca su MEDLINE, EMBASE, PUBMED e Biblioteca Cochrane. Sono stati ritenuti idonei, per questo studio, 111 articoli. **Risultati.** Quadri disfunzionali a carico del Lumbo- Pelvic-Hip Complex si correlano con un Low Back Pain. In particolar modo evidenze scientifiche sottolineano come asimmetriche rotazioni dell'anca si correlano con un Low Back Pain La letteratura scientifica al momento è carente nel riconoscere l'efficacia di esercizi effettuati su superfici instabili e in sospensione per pazienti nel paziente effetto da Low Back Pain. L'esercizio di abduzione dell'anca in Plank su TRX rimane the best exercise per il miglioramento del Trasverso dell'Addome, Interno Obliquo, Retto Addominale, Multifido. Hamstring Curl su TRX rimane, invece, l'esercizio di elezione per una migliore attivazione dei paraspinali. Il 45° Row exercise genera al contrario una minore attivazione EMG dei muscoli della Lumbo-Pelvic-Hip Complex. Esercitazioni sulla swiss ball rappresentano, rispetto alle stesse su piano stabile, una maggiore attivazione EMG dei Muscoli del Complesso Lumbo Pelvico , E' evidenziato, anche, che esercizi su Swiss Ball, migliorarono il controllo neuro muscolare del complesso Lumbo - Pelvico. **Conclusioni.** Abbiamo verificato, grazie ai lavori da noi recensiti, che esercizi su superfici gonfiabili e in sospensione possono trovare applicabilità in atleti con low back pain. Questi modelli di training indirizzati ad un miglioramento della stabilità del complesso Lumbo-Pelvic-Hip Complex hanno, rispetto a superfici stabili, una maggiore attivazione muscolare dei muscoli del tronco. L'esercizio di abduzione dell'anca in Plank su TRX è l'esercizio d'elezione consigliato per la stabilità del Complesso Lumbo Pelvico. Rimane, secondo noi però di importanza capitale la personalizzazione della scelta e la progressione didattica degli esercizi che deve essere in relazione al quadro clinico/funzionale/posturale .

Keywords: Lumbo-Pelvic-Hip Complex, Sacroiliac Joint Dysfunction, Low Back Pain, Swiss Ball, TRX



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Definizione e Patogenesi del Low back Pain

Il dolore lombare o anche Low Back Pain (LBP), è un dolore che può originare da svariate strutture della colonna vertebrale, quali: radici nervose principali, piccoli rami nervosi, disco intervertebrale, legamenti, muscoli, ossa, articolazioni. Si definisce lombare poiché clinicamente si localizza tra la 1° e la 5° vertebra lombare (L1-L5).

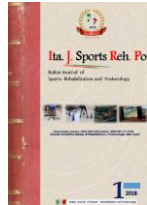
Se il dolore recede entro le tre settimane si definisce acuto, al contrario se persiste oltre i tre mesi allora merita la definizione di dolore cronico lombare. Questa patologia merita di essere seriamente affrontata e risolta, in quanto il 73% dei pazienti con dolore acuto presenta una recidiva entro i 12 mesi.⁸ Sull'altro versante, il 60-80% dei pazienti con dolore cronico, non riferiscono benefici a distanza di un anno. Questo insuccesso va attribuito verosimilmente, ai scarsi risultati del trattamento, senza adeguato e corretto approccio riabilitativo.⁹

Malgrado l'eziologia non sia ancora del tutto chiara, una cattiva cinetica dell'articolazione dell'anca, sacro iliaca o in generale, del Lumbo-Pelvic-Hip Complex, rimangono attualmente i principali protagonisti, nella patogenesi del dolore lombare nel paziente sportivo.

Gestualità sport - specifiche, sottopongono il Lumbo-Pelvic-Hip Complex ad overstress ricollegabile, spesso, a forze compressive, di taglio, torsionali e di rotazione assiale.³ Le sequenze di gesti ripetitivi, associati a disordini del sistema muscolo scheletrico rimangono, il meccanismo eziopatogenetico primario¹² dell'insorgenza di un Low Back Pain, aspecifico,^{13,23} con una prevalenza del 30- 40% in sport come il calcio tennis , golf.^{5,6}

Estwanik¹¹ evidenziò che sovraccarichi alla regione pubica si verificano, maggiormente, in sports che comportano "manovre di cutting e side stepping". Ovvero, nello specifico, in rapidi cambi di direzione e dribbling. Nel calcio, infatti, sport rotazionale/torsionale, per eccellenza, si stima che l'incidenza delle lesioni riferite alla regione pelvica colpisca, nel corso di una stagione sportiva,¹ circa il 10–18% dei calciatori.² La percentuale sale al 28% se consideriamo le patologie da sovraccarico, riferite alla regione ischio pubica.^{3,4,14,15}

La co-attivazione dei muscoli del tronco è considerata necessaria per realizzare una stabilità della colonna vertebrale. Grazie a questo nuovo equilibrio sarà possibile, viste le correlazioni evidenziate in letteratura(tra restrizione di mobilità dell'articolazione ileo sacrale e restrizione asimmetrica dell'anca, dolore anteriore del ginocchio, Low Back Pain (LBP) e Pelvic Stability^{24,25,26,27,28}) prevenire lesioni del tratto lombare della colonna vertebrale e degli arti inferiori.



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

817



Figura 1 . Restrizione di mobilità, rotazione esterna ed interna dell'articolazione dell'anca e rilevanza clinica
(da R. D'Onofrio Relazione Personale Congresso Nazionale "L'anca dello Sportivo a Tutto campo" Alba (Cuneo) Aprile 2017

Recentemente è stato valorizzato come restrizioni di mobilità dell'anca, (figura.1) come siano chiari e attuali fattori eziopatologici a cui ricollegare un Low Back Pain : ^{20,21,22} disfunzioni del controllo propriocettivo del ginocchio e deficit di flessibilità in particolar modo degli ischio crurali. Risulta evidente come l'articolazione sacroiliaca possa essere la fonte primaria di dolore lombare o la vittima stessa di altre disfunzioni che possono correlarsi con adattamenti posturali compensativi, che saranno a loro volta causa del Low Back Pain (LBP).

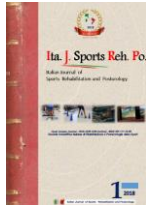
Viene suggerito^{23,51,52,55,56} come il multifido e il trasverso dell'addome subiscono cambiamenti patologici successivi a episodi di LBP. Questi sono ricollegabili a:

1. Un decremento dell'attività "anticipatoria" neuromuscolare;
2. Atrofia;
3. Un decremento dei livelli di forza.

La normalizzazione dell'attività del muscolo multifido non è spontanea sia all'atto della remissione dei sintomi dolorosi che al ritorno alle normali attività quotidiane.

E' stato evidenziato come pazienti partecipanti a gruppi di esercizi riabilitativi specifici decrementavano gli episodi di LBP.

L'attivazione EMG del trasverso dell'addome, del multifido e del grande gluteo risulta essere alterata, durante la flessione dell'anca, sul lato sintomatico in soggetti con dolore sacroiliaco e LBP, compromettendo, di fatto, la stabilizzazione pelvica. Anche la letteratura chiropratica ha messo in evidenza come restrizioni di mobilità dell'anca, disfunzioni di controllo del



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Complesso Pelvico, deficit di flessibilità degli ischio crurali e dello psoas sono attuali fattori etiopatologici a cui ricollegare, un dolore lombare.^{77,87,106,107}

Low back pain e valutazione clinico funzionale del Complesso Lumbo Pelvico.

Intorno a questa struttura funzionale, si instaura un equilibrio tensionale, che se alterato può sfociare in destrutturazioni asimmetriche strutturali osteo-mio-articolari.

Il Complesso Lumbo Pelvico in particolar modo la branca ischio - pubica rimane spesso, negli sportivi, vittima del gioco tensionale anomalo mio fasciale rapportabile alle ripetitività del gesto tecnico atletico.²³ E' possibile affermare come diversi carichi fisiologici negli sport selezionati svolgono un ruolo importante nello sviluppo di cambiamenti degenerativi della colonna lombare.

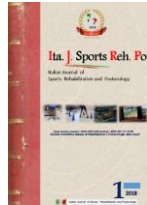
Fondamentale diventa, quindi, all'inizio della stagione sportiva, individuare precocemente gli atleti "a rischio", attraverso uno screening funzionale/posturale verificando la funzionalità della articolazione sacro iliaca, la mobilità della sinfisi pubica e "il gioco muscolare" del quadrato dei lombi degli ischio crurali, retto addominale ed adduttori.

Van Mechelen,³³ include una sequela di protocolli incentrati, tra l'altro su :

- a) Esercizi a carattere generale
- b) Low Back Strenght
- d) Esercizi per migliorare la propriocettività
- e) Esercizi di Pilates, Yoga e varie forme di esercizio aerobico.

E' possibile, proporre, dei protocolli clinico valutativi, all'interno dei quali vengono valutati attraverso tecniche manuali, come evidenziato da Holmich,^{14,15} i livelli di espressività clinico / funzionale :

- a) Adduzione dell'anca contro resistenza : *vengono valutate il dolore e i livelli di forza*
- b) Palpazione dell'inserzione del muscolo adduttore lungo sull' osso pubico : *viene valutato il dolore .*
- c) Allungamento passivo dei muscoli di adduttori : *viene valutato il dolore .*
- d) Palpazione della articolazione della sinfisi pubica : *viene valutato il dolore*
- e) Palpazione del muscolo retto dell'addome nella sua inserzione sul margine superiore della sinfisi pubica : *viene valutato il dolore*
- f) Test funzionali dei muscoli addominali : *viene valutato il dolore e i livelli di forza.*
- g) Palpazione del muscolo di psoas : *viene valutato il dolore .*
- h) Test funzionali dell'ileo psoas : *viene valutato il dolore e i livelli di forza .*
- i) Valutazione della flessibilità dell' Ileo psoas attraverso il test di Thomas : *viene valutata l'eventuale disfunzione e il livello del dolore.*



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
 Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
 ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
 CGIJ OAJI :0,101

Risulta evidente, quindi, come la valutazione, sopra descritta, identifichi l'integrità funzionale di tutta la cintura pelvica, che assicura, nello sportivo e non, un'ottima dinamica della colonna vertebrale e dell'arto inferiore.

Comunque la valutazione del cingolo pelvico e in particolar modo della regione pubica negli atleti deve essere affidabile e riproducibile. Tecniche di valutazione funzionale/posturale sono estremamente importanti in quanto permettono di riconoscere l'atleta a rischio e ridurre la predisposizione dell'atleta ad infortuni, questo grazie ad un protocollo di rieducazione individuale.

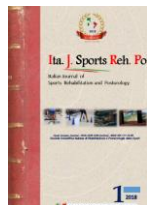
Una disfunzione ileo sacrale, [iliaco anteriorità, (tabella 1) iliaco in posteriorità] è spesso considerata, una fonte comune di dolore lombare e al gluteo, con un positivo Straight Leg Raise Test e adattamenti posturali strutturali compensativi.^{2,24,25} Dall'analisi della letteratura studi ben documentati^{2,9,14,20,22,24} suggeriscono che esiste una relazione che possiamo definire "intima" tra :

- a) Articolazione ileo sacrale e Low Back Pain,^{14,20}
- b) Articolazione ilio sacrale e asimmetrica rotazione dell'anca,^{46,37}
- c) Articolazione ileo sacrale e dolore anteriore del ginocchio,^{40,44}
- d) Asimmetrica rotazione dell'anca , dolore anteriore di ginocchio e Low Back Pain,^{24,25,46,44}
- e) Disfunzioni della Complesso Lumbo Pelvico e lesioni all'arto inferiore.^{38,45,46}

Come evidenziato dalla letteratura osteopatica/posturale^{25,26,27,28,29,30} queste correlazioni, si intercalano e si relazionano tra di loro nella ricerca sostanziale del rapporto identificativo causa/effetto. La valutazione^{25,31,32} e la diagnosi funzionale del movimento sacroiliaco è fondamentale nell'atleta che pratica sport torsionali. (tabella 2)

Valutazione specifica di disfunzione iliaco – sacrale : iliaco anteriore	
	SIAS + bassa ed in fuori
In piedi :	SIPS + alta
	Cresta iliaca +alta
	Arto inferiore apparentemente + lungo
Da supino :	Tubercolo pubico + basso
	Dowing ACC=0 < ALL
	Legamento ileo lombare teso
Da prono	Legamento sacro iliaco teso
	Leg sacro ischiatico rilassato
	Solco sacroiliaco ampio , meno profondo

Tabella 1 – Esame funzionale : restrizione di mobilità iliaco in anteriorità



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Sintomi e segni soggettivi della disfunzione del cingolo pelvico
Valutazione generale
Dolore durante il cammino
Dolore allo Straight leg raising a circa 70 °
Faber test : positivo
Compression test : positivo
Standing flexion test : positivo
Supine long- sitting test : positivo
Prone knee flexion test : positivo

Tabella. 2 . Test funzionali proposti da M. Cibulka³ per la valutazione generale del cingolo pelvico

Quadro disfunzionale asimmetrico dell'anca e correlazioni con Low Back Pain e dolore anteriore di ginocchio.

Studi sulla biomeccanica dello sport, hanno messo in evidenza, nei corridori, praticanti attività agonistica, una significativa relazione tra deficit rotazionale dell'anca ed insorgenza del dolore patello/femorale.^{40,41,44,45}

Carson,⁸ per esempio evidenziò che una rotazione dell'asse femoro – tibiale è causa importate di dolore anteriore e peri - patellare del ginocchio che è da correlarsi con un successivo LBP. Atleti con dolore patello-femorale, hanno evidenziato decrementi di forza eccentrica nell'abduzione dell'anca e della forza concentrica nella rotazione esterna dell'anca.³⁷

Possiamo affermare che un anomalo movimento della tibia e del femore sui piani trasversi e frontali hanno un effetto, negativo, sulle meccaniche articolari patello-femorali, con consequenziale dolore a livello della rotula.^{35,36,37,38,39,40,41}

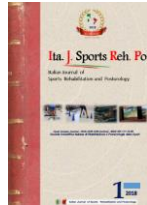
Irland,⁴⁰ infatti, riportò come una "debolezza" prossimale dell'articolazione dell'anca può essere riferita a dolore patello-femorale.¹⁵ Diversamente, un altro studio,³⁵ riporta che una restrizione di mobilità dell'articolazione coxo-femorale si correla con un Low Back Pain e un dolore rotuleo, in quanto, viene dimostrato come una alterazione della rotazione femorale (interna o esterna) può cambiare la pressione e la tipologia del contatto sulle faccette mediali articolari e laterali della rotula.³⁸

Anche Crane¹⁹ riportò che una postura prolungata, con una unilaterale rotazione dell'articolazione coxofemorale così come molte posizioni sedute o assunte durante il sonno, può essere causa, nel tempo, di una asimmetrica destrutturazione di mobilità e di una possibile correlazione adattativa, successiva, del bacino.^{42,43}

Comunque, ricerche⁴⁰ hanno evidenziato importanti decrementi di forza eccentrica e concentrica dei muscoli abduttori e dei rotatori esterni dell'anca.^{44,45}

A completezza, di questo concetto, è possibile affermare come atleti con dolore patello-femorale e con un Low Back Pain compensativo evidenziavano un decremento :

- ✓ del 21% del picco di forza eccentrica nella abduzione anca
- ✓ del 23% del picco di forza concentrica della rotazione esterna anca



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Robinson⁵⁸ riportò che pazienti con dolore di patello-femorale presentavano decrementi di forza isometrica della rotazione esterna dell'anca pari a valori pari al 52%.

Questi dati coincidono con altri studi^{40,44} che hanno evidenziato decrementi dei livelli di forza isometrica dei rotatori esterni dell'anca.

Una ricerca⁴⁰ ha messo in risalto come un dolore patello - femorale si correla con un deficit:

1. del 27% dei livelli di forza dell' abduzione dell'anca
2. del 30% forza della forza della rotazione esterna dell'anca
3. del 52% dell' estensione dell'anca

Altri Autori ^{45,46,47,48,49,50} hanno mostrato una correlazione tra articolazione sacroiliaca e limitazione disfunzionale dell'anca, tale da evidenziare un Low Back Pain correlativo.

laBan⁴⁸ trovò in pazienti con una disfunzione dell'articolazione sacroiliaca, una unilaterale asimmetrica ipomobilità dell'anca, con un riduzione della mobilità riferita all' abduzione ed alla rotazione esterna.

Fairbank⁴⁹ riscontrò una limitazione della rotazione dell' anca in studenti con dolore lombare rispetto a studenti senza Low Back Pain.

Così Ellison⁵⁰ riportò, la relazione tra asimmetrica rotazione dell'anca, dolore lombare e disfunzione dell'articolazione sacro iliaca. Pazienti con dolore lombare presentavano una maggiore rotazione esterna dell'anca, rispetto all'arto controlaterale.^{51,52}

Esercizi di stretching manuale risultano, successivamente, estremamente efficaci per il recupero dell'articolazione dell'articolazione coxo-femorale specificamente nella direzione della rotazione interna o esterna.

A tal proposito Cibulka⁵³ ha evidenziato che la risoluzione, di una asimmetrica uni / bi laterale rotazione dell'anca, avveniva attraverso :

1. Tecniche strutturali di normalizzazione del bacino e della colonna
2. Tecniche mio-tensive,
3. Stretching manuale

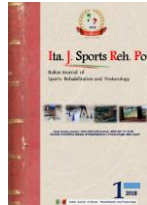
Didatticamente, una volta ristabilite le giuste simmetrie strutturali è possibile “passare” a forme di potenziamento muscolare, atte ad ristabilire gli equilibri muscolari con un protocollo impostato su basi valutative, test diagnostici e scelte di trattamento.^{54,55,56,57,58,59,60}

C'è evidenza clinica come l'articolazione sacro iliaca, il cui range of motion è di 4° minimo di rotazione e di 1.6 mm di translazione,^{61,62} rappresenti un crocevia degli stress meccanici che affluiscono dalla colonna dorsale sul tratto lombare e sul bacino.

Questi stress possono causare una disfunzione ileo sacrale ed essere in contemporanea fonte di stimoli dolorosi della zona pelvica lombare .

E' possibile riscontrare in atleti con dolore minore lombare :

- ✓ Un decremento del range articolare dell' anca attiva o passiva (ROM) ^{45,46,50,51,53}
- ✓ Una minore estensione dell'anca ^{46,63}



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

- ✓ Un decremento della simmetrica coordinazione tra funzionalità dell'anca e mobilità lombare.^{64,65,66}

In contesti sportivi dove gestualità specifiche richiedono ripetuti impegni torsionali dell'articolazione dell'anca, sfoceranno con il tempo, in eventi microtraumatici ripetuti tali da confluire in una possibile patologia da overuse^{56,67}

Studi fatti da Vad^{68,69} evidenziavano, in atleti attraverso il Faber Test, una correlazione tra LBP e quadro asimmetrico funzionale dell'anca. A tal scopo il range of motion dell'articolazione dell'anca⁷⁰ è stato studiato^{25,46,50,60,71,72,73,78} in persone con dolore lombare minore :

- una limitazione del range of motion dell'anca può correlarsi LBP , alterando,così, le forze meccaniche sulla regione lombo pelvica, modificandone gli equilibri funzionali e biomeccanici.

Altri Studi hanno correlato decrementi del range articolare dell'anca con lombalgie, dolore anteriore del ginocchio(Knee Pain)^{46,60,73} e traumi distorsivi della articolazione tibio tarsica^{67,74}, riscontrandone una significativa correlazione .

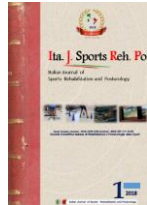
In una ipotetica discussione è possibile evidenziare come a Fairbank⁶⁰ risultò che adolescenti con LBP riferirono una minore rotazione dell'anca rispetto ad adolescenti senza LBP .

Così è di frequente riscontro alterati pattern di attivazione dei muscoli Lumbo-Pelvic durante " Prone Hip Extension Test (PHE)" nelle donne con LBP cronico. Queste informazioni sono importanti per i terapeutici che usano il PHE come uno strumento di valutazione o di riabilitazione.^{50,56,75}

Inoltre è possibile affermare che una limitata estensione dell'anca dovuta all'accorciamento della muscolatura flessoria o alle strutture capsulo legamentose anteriori dell'anca, sono causa,durante la corsa, di una possibile inclinazione anteriore della pelvi, con una relativa accentuazione della lordosi.

Le riduzioni eccessive di forza, sia concentrica che soprattutto eccentrica sono inquadabili nell'ordine del 35-50% post lesione. Il recupero dei normali livelli può portare ad una assenza dall'attività sportiva anche per un lungo periodo.⁷⁶

Alcuni autori hanno suggerito che disordini dell'articolazione sacro - iliaca sono il risultato di "Hip muscle imbalance."^{76,77} Una analisi biomeccanica funzionale è necessaria per identificare squilibri muscolari o disfunzioni articolari meglio inquadrabili intorno al concetto posturale "muscle imbalance" . Woerman⁷⁷ ha riportato che l'accorciamento del muscolo piriforme può produrre una eccessiva rotazione esterna e una restrizione di mobilità della stessa rotazione interna. Una comprensione completa della relazione funzionale tra la colonna lombare, pelvi, anca, ed arto inferiore all'interno della catena cinetica funzionale è la chiave della valutazione e del trattamento e delle strategie preventive delle lesioni nei corridori professionisti.



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Lumbo-Pelvic-Hip Complex : implicazioni per un corretto approccio terapeutico funzionale

Il ritorno allo sport per atleti sottoposti a trattamento conservativo,¹⁰ passa attraverso un completo ed indolore range of motion della colonna vertebrale, un'ottima stabilità e simmetria del Complesso Lumbo - Pelvico durante espressività gestualità torsionali.

Tuttavia l'espressione Low Back Pain (LBP), rimane un quadro clinico e non una diagnosi. Una diagnosi accurata e differenziale deve assolutamente precedere la prescrizione di un trattamento terapeutico.

Certo, la conoscenza di fattori che contribuiscono all'evoluzione di questo processo clinico potrebbe facilitarne le strategie di trattamento.

Tra le strategie funzionali, recenti, la letteratura valorizza il controllo e la stabilizzazione della Lumbo –Pelvic - hip Complex, cioè la stabilizzazione tra i vari segmenti regolata da una serie di processi neurofisiologici che si intercalano con il concetto più ampio di postura all'interno di un sistema cibernetico.⁷⁹ L'orientamento scientifico sembra indicare che esercizi atti al miglioramento del Lumbo –Pelvic - Hip Complex possono ridurre l'entità e la frequenza del Low Back Pain.

Marshall⁸⁰ minimizza l'importanza dell'attività isolata del retto addominale rispetto alla globalità degli interventi muscolari, nella stabilizzazione del bacino e della regione lombare durante gestualità sport specifiche.

Danneels⁸¹ afferma che esiste un ruolo di stabilizzazione globale della parte centrale del corpo, dato dall'insieme dei muscoli lombo-pelvici e non ricollegabile ad una singola espressività recettoriale muscolare.

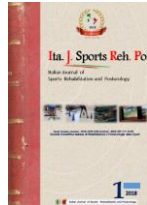
Hodges⁸² sostiene come la stabilizzazione della colonna lombare sia realizzata attraverso il coinvolgimento dei distretti muscolari:

- a) locali, profondi ad espressione e controllo posturale con una funzione maggiormente stabilizzatrice;
- b) globali, che trovano la loro espressione nella dinamicità del movimento.

Si privilegia il concetto dell'insieme, dell'equilibrio neuromuscolare del Lumbo-Pelvic-Hip Complex che deve inserirsi in un concetto di postura neurofisiologica e non solo biomeccanica.^{82,83}

Così il complesso Lumbo-Pelvico è sottoposto ad una elevata attivazione che si concretizzava mantenendo un controllo posturale della colonna vertebrale durante le molteplici rotazioni assiali espresse nelle gestualità tecnico-atletiche specifiche da sport anche in situazione di instabilità. Tra l'altro dobbiamo anche considerare, che esercizi su piani instabili provocano un incremento dell'attivazione EMG muscolare, attraverso una co-contrazione dei muscoli della parete addominale e del tratto lombare.

A tal uopo si evidenzia che il vantaggio nell'usare superfici instabili o in sospensione rappresentano training funzionali che valorizzano ed contribuiscono ad un incremento notevole della propriocezione e dell'equilibrio favorendo un'attenta modulazione recettoriale della forza .



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

a) Low back Pain e Superfici Instabili Gonfiabili

È evidenziato diffusamente dalla letteratura come l'utilizzo di "ankle disc training" o meglio cuscini instabili, favorisce miglioramenti significativi nella propriocezione della caviglia e del ginocchio.^{84,85} Ancora, molti studi riportano, a tal uopo, una riduzione dei fattori di rischio di lesioni nello sport.^{86,87,88,89}

Alcune ricerche hanno mostrato, in contemporanea, un aumento costante nella attività dei muscoli del tronco, sia durante "curl-ups exercise" su swiss ball che durante "squat exercise" con sovraccarichi, effettuati su superfici instabili tipo ankle disc, skimmy, cuscino pilates o altre superfici "gonfiabili"^{90,91}

In contrapposizione Anderson⁹² correlando l'attività muscolare durante un chest-press su swiss ball e su panca orizzontale evidenziarono un calo significativo della produzione di forza assoluta nei training effettuati su superfici instabili se comparati su superfici stabili. (Foto 1)

824



Foto 1 . Il prone bridge Foto 1 A su superficie stabile . Foto 1 B . su swiss ball ¹⁹

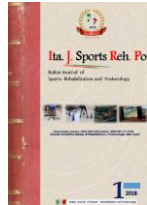
Marshall^{80,93} in uno studio pilota del 2006 evidenzio su venti pazienti con LBP cronico (12 uomini, 8 donne; durata del sintomo, 4.8 anni; 38.8 età media; altezza media, 1.76 h ; peso medio 76.15 kg) un programma di riabilitazione di 12 settimane su swiss ball. I follow up eseguiti a 4, 8, 12 settimane mostrarono che gli esercizi sulla swiss ball procuravano positivi cambiamenti clinici, funzionali e neuromuscolari in pazienti con LBP.

Lehman⁹⁴ fece effettuare ad un gruppo di atleti, di età compresa tra i 23 e 28 anni, dei "push up exercises" sia su panca stabile che su swiss ball (diametro 65cm). Emerse una maggiore attività EMG nelle esercitazioni svolte su swiss ball (panca vs swiss ball) riferita in particolar modo al grande pettorale, grandissimo del dorso e muscoli obliqui ed esterni. E' interessante riportare come anche il tricipite e il retto addominale evidenziarono un livello di attivazione più grande quando i push-up furono effettuati su swiss ball sempre comparati con un esercizio su panca.

L'attività media del muscolo tricipite aumentò:

- del 22.2% della massima contrazione volontaria (MVC) se l'esercizio era eseguito su panca;
- del 43.1% della MVC quando il push-up era effettuato su una swiss ball.

Il retto addominale, nella lettura dei risultati, incrementò l'attività muscolare mediamente



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
 Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
 ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
 CGIJ OAJI :0,101

del 13.46% della MVC nell'esercizio su panca e del 22.63% della MVC quando, questo, l'esercizio veniva effettuato su swiss - ball.

Un altro studio⁹⁵ ha quantificato l'attività muscolare della core, in 10 pazienti, durante:

1. squat sagittali
2. biceps curls
3. shoulder press
4. triceps extension

825

Gli esercizi furono effettuati su una superficie stabile ed una instabile gonfiata (BOSU Balance Trainer™). Si evidenziò un aumento significativo nell'attività del muscolo erettore spinale durante lo squat quando, questo, era effettuato su superficie instabile (26.58% della MVC) rispetto ad una superficie stabile (19.6% MVC).

L'esercizio "bench press" eseguito su swiss ball mostrò, (tabella 3) aumenti assoluti dei valori di forza pari all'11% della MVC se comparato con lo stesso eseguito su piano stabile.⁹⁶ L'attività media di incremento era approssimativamente del 3% sulla panca e del 17% quando lo stesso esercizio era eseguito su swiss ball.

Superficie	Muscoli studiati durante Triceps Extension Exercise			
	Retto Addominale	Obliquo Esterno	Obliquo Interno	Erettore Spinale
Ball	4.3 (3.6)	3.7 (4.3)	13.5 (12.5)	3.4 (3.3)
Bench	9.8 (16.6)	4.3 (4.0)	16.3 (16.5)	3.1 (2.0)
Differenza	-5.51 (14.04)	.67 (1.91)	2.76 (5.8)	.31 (3.42)
Incremento	0	0	0	1
Decremento	3	1	3	0

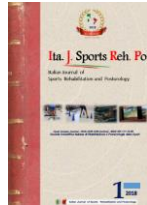
Tabella 3. I livelli di attivazione muscolare del Bench Press Exercise (% MVC, deviazione standard tra parentesi), differenza media tra le superfici e il numero di partecipanti la cui variazione di attività è superiore al 5% MVC - da Gregory J Lehman⁹⁶)

Sempre a proposito di bench - press su Swiss ball, un lavoro del 2006 di Marshall⁹³ studiò 14 soggetti che effettuarono ripetizioni concentriche ed eccentriche effettuate su entrambi i piani stabili ed instabili con un identico carico che corrispondeva al 60% della MVC .

L'autore, nelle considerazioni finali mise in evidenza una maggiore attività EMG del deltoide e dei muscoli della core quando gli esercizi venivano effettuati su swiss ball se comparati con piano stabile.

Recentemente Escamilla⁹⁷ in una ricerca sull'attivazione della muscolatura della Core ha studiato l'attività EMG di 8 esercizi effettuati sulla swiss ball (Figura 2)

- a) Roll-out
- b) Pike
- c) Knee-up



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

- d) Skier
- e) Hip extension right
- f) Hip extension left
- g) Decline push-up
- h) Sitting march right

e due esercizi tradizionali per gli addominali

- i) Crunch
- j) Bent-knee sit-up

826

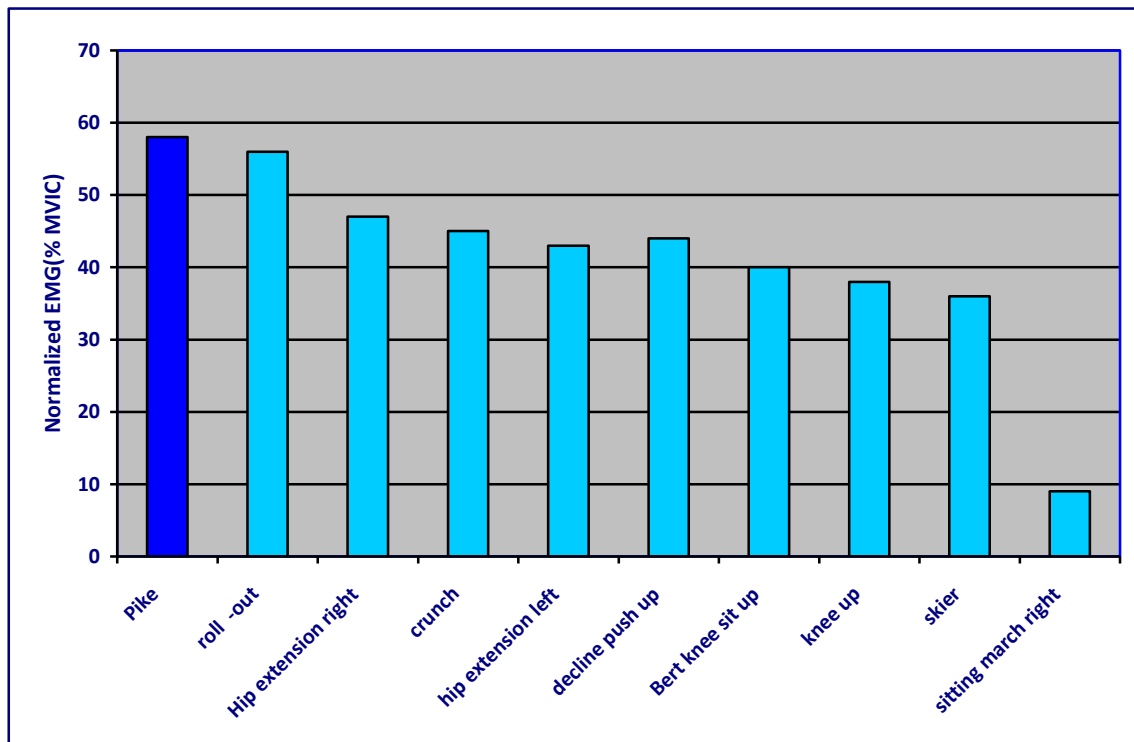
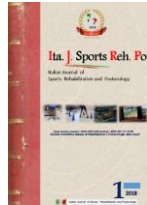


Figura 2 - Il segnale EMG del muscolo "Lower rectus abdominis" durante differenti esercizi.⁹⁷

L'autore ha segnalato il "roll-out e il pike" ⁹⁷ come gli esercizi più efficaci nell'attivare il retto dell'addome, gli obliqui e il muscolo latissimo del dorso, quando lo stesso esercizio riduceva al minimo l'attività dei para spinali lombari e l'attività del retto femorale.

E' noto, tra l'altro, come l'incremento di attività del retto femorale e dello ileo - psoas determini una inclinazione pelvica anteriore e lordosi lombare con conseguente una anterior shear force diretta sulla colonna lombare. Questa combinazione può contribuire di nuovo alla genesi di un LBP.

Quindi possiamo affermare che la stabilità del Complesso Pelvico è una componente essenziale per migliorare le prestazioni atletiche e la prevenzione delle lesioni a carico dell'arto inferiore.



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Pertanto, esercitazioni alla swiss ball possono essere incluse nelle diversificate fasi del processo di riabilitazione.

La stabilità della cintura Lumbo pelvica è una componente essenziale per migliorare le prestazioni atletiche e la prevenzione delle lesioni. Esercizi su una swiss ball e sul tappetino propriocettivo (Mat - proprioceptive) sono due modi diversi per migliorare la stabilità del complesso pelvico. Il confronto di questi metodi può aiutare i terapeutici ad integrare il metodo migliore per la performance atletica e la riabilitazione.⁹⁸

Per Zemková⁹⁹, comunque, ci sono risultati contraddittori negli studi che valutano l'effetto dei training su superfici instabili indirizzati al miglioramento della Core. Ciò è dovuto principalmente ai vari dispositivi instabili utilizzati e agli esercizi inclusi nel training. Fino ad oggi non esistono linee guida scientifiche riguardo all'intensità e alla durata ottimali di questi esercizi, per cui vi è una grande deviazione nei risultati dello studio⁹⁹

b) Low Back Pain e Suspension Training TRX

Negli ultimi anni, i cultori della riabilitazione ma soprattutto del fitness hanno raccomandato, training atti al controllo per i “muscoli della parte centrale del corpo” . Questi, Core training sono per il loro ruolo funzionale/posturale inseriti sia in programmi di condizionamento allo sport e ma anche nei protocolli di prevenzione delle patologie da sport a carico del cingolo pelvico/arto inferiore .

Infatti è ben documentato in letteratura la correlazione tra alterazioni delle meccaniche della core ed incremento dei fattori di rischio delle lesioni traumatiche da sport.¹¹⁰

L'allenamento definito “Suspension Training (ST)” è una delle forme più recenti di allenamento rivolto alla miglioramento della forza, stabilità e del controllo neuromuscolare. I dati scientifici, sono però limitati e l'obiettivo di questo nostro studio rimane quello di identificarne i livelli di applicabilità .

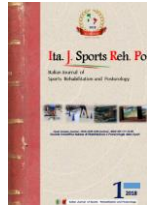
In teoria, gli esercizi in “Sospensione” dovrebbero richiedere una maggiore attivazione muscolare rispetto ad altri esercizi, potenzialmente, in grado di avere un impatto maggiore sui livelli di resistenza, stabilità funzionale e performance atletiche.^{100,101}

Così il “Suspension Training” è stato sostenuto,^{100,101,102} come essere un mezzo efficace per migliorare la stabilità della Core sia in individui sani che con complicanze muscolo-scheletriche. L'allenamento in sospensione TRX, è ritenuto utile per le posture e gli esercizi, proponibili, in atleti con LBP cronico, da parte di figure terapeutiche. E' giusto evidenziare come questo modello di training non gode oggi di un supporto scientifico importante.

Uno studio di Mok,¹⁰² del 2015, ha esaminato il livello di attivazione EMG dei muscoli del Core durante gli esercizi al TRX. L'attività elettromiografica (EMG) dei muscoli del core (retto addominale, obliquo esterno ed interno / trasverso dell'addome , multifido) sono stati valutati durante 4 esercizi eseguiti in sospensione :

- ✓ Hip Abduction in Plank,
- ✓ Hamstring Curl
- ✓ Chest Press
- ✓ 45° Row

Sono stati evidenziati svariati livelli di attivazione muscolare durante il l'esercizio hip abduction in plank, hamstring curl, and chest press. E' da sottolineare come l'esercizio Hip Abduction in



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

Pank TRX ha generato la più evidente attivazione dei muscoli addominali mentre il TRX a 45 “ha generato l'attivazione muscolare più bassa”. Fong¹⁰³ ha valutato l'applicabilità del Kinesio Taping (KT) associato al TRX in pazienti con Low Back Pain .

Il KT potrebbe essere una integrazione ideale al training TRX per il controllo e la stabilizzazione della core in persone con LBP cronico. Così in questo studio¹⁰³ vengono esaminati gli effetti del Kinesio taping (KT) e dei diversi allenamenti TRX sull'attività Elettromiografica (EMG) dei muscoli della Core in pazienti con un Low Back Pain Cronico (LBPC).

I partecipanti (totale n = 21) sono stati divisi in 2 gruppi :

828

- ✓ no taping
- ✓ taping

Furono studiate con EMG l'attività muscolare espressa in percentuale durante una contrazione isometrica in quattro esercizi di sospensione TRX:

- a) Hamstring curl,
- b) Hip abduction in plank,
- c) Chest press, and
- d) 45-degree Row

E' stata registrata l'attività EMG del Trasverso addominale / Obliquo Interno (TrAIO), Retto Addominale (RA), l'Obliquo Esterno (EO) e l'attività del Multifido (LMF).

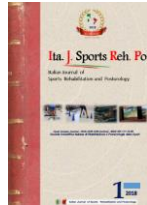
L'abduzione dell'anca in Plank, su TRX, ha aumentato l'attività EMG del RA ,TrAIO, RA e LMF rispetto ad altre posizioni del TRX (P <0,008). Nessuna differenza significativa evidenziabile nei valori EMG è stata trovata tra gli esercizi eseguiti con Taping e nessun Taping (P > 0,05). Possiamo affermare che lo studio sottolinea come l'esercizio di abduzione dell'anca in PLANK ha espresso una maggiore significativa efficacia nell'attivazione dei muscoli addominali, mentre Hamstring Curl ha evidenziato una maggiore attività EMG dei muscoli paraspinali. In questo studio i risultati mostrano che l'abduzione dell'anca su TRx ha indotto un livello più elevato di attività EMG del TrAIO, RA e EO. (> 50% MVIC) negli adulti ,con LBP cronico. Questo risultato è principalmente in linea con un precedente studio condotto da Mok¹⁰² che ha riferito come l'attività di TrAIO e EO era molto elevata (> 60% di MVIC).

Quella del Retto Addominale (RA), invece, era quasi il 40% della MVIC durante Hip Abduction in Plank position nei partecipanti senza Low Back Pain.(LBP). E' possibile evidenziare ulteriormente come durante Prone Plank Position con TRX, questi muscoli si contrappongono bilateralmente per prevenire l'inclinazione pelvica anteriore.^{104,105,106}

Mentre Hamstring Curl è la scelta migliore per stimolare un'elevata attività muscolare LMF (> 50% MVIC) in persone con LBP cronico.¹⁰³

Questa considerazione, trova sinergie con altri lavori,^{102,104,106} che hanno riferito che l'attività del Multifido (LMF) è stata la più elevata (40-60% MVIC) durante il TRX Hamstring Curl in partecipanti senza LBP.

Anche se gli effetti del Kinesio Taping negli studi clinici sono controversi. Riscontri positivi sul suo utilizzo sono riportati sulla normalizzazione della funzione muscolare ed articolare ed una correlativa maggiore prestazione neuromuscolare.¹⁰⁷



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

829

Possiamo affermare come l'attività muscolare della core,¹⁰⁸ in pazienti con LBP è più alta quando, esercitata su suspension straps. Pertanto, TRX suspension training, potrebbe essere inserito nei protocolli di trattamento funzionale in pazienti con LBP cronico.

Per concludere, noi abbiamo voluto verificare, come core stability training eseguiti su superfici instabili, possono trovare applicabilità nelle strategie di riabilitative in atleti con LBP acuto e cronico .

Il ruolo del core stability è diverso negli atleti rispetto alla popolazione generale. Possiamo affermare come un low back pain (LBP) cronico rimane una disabilità di frequente riscontro negli sport . Più dell'80% degli atleti sperimenta un episodio acuto di LBP durante la loro vita sportiva di cui il 5% sviluppa la cronicità.¹⁰⁹

Esercizi Tradizionali per la Core stability, come evidenziato in questo paragrafo, su una superficie stabile sono risultati essere meno efficaci nell'indurre un'elevata attività muscolare della Core rispetto ad esercizi eseguiti su dispositivi gonfiabili^{84,89,97} (swiss ball) o in sospensione (TRX suspension straps).¹¹¹

Conclusioni

Il Low back Pain è una delle problematiche cliniche più comuni nella società odierna il 60-80% della popolazione mondiale ne è interessata. Una parte di queste persone il 5-15% non risponde con efficacia al trattamento conservativo.

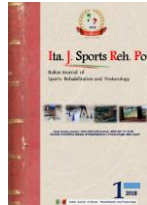
Gli sport torsionali, sono un chiaro fattore di incremento del Low Back Pain aspecifico. La stabilità e funzionalità del Lumbo-Pelvic-Hip Complex, durante gestualità sportive rimane uno degli obiettivi primari dei terapeutici . Nonostante anni di ricerche e studi, non si ha una vision completa, vista la non omogeneità in letteratura, sulla somministrazione degli esercizi in pazienti con un low Back pain cronico.

Però è ben documentato in letteratura come alterazioni delle meccaniche del Lumbo-Pelvic-Hip Complex si correlano non solo con un Low Back Pain ma anche con un incremento dei rischi di lesione le lesioni traumatiche da sport. Noi abbiamo voluto verificare se due tipologie di training su Swiss Ball e TRX possono suscitare un interesse clinico/riabilitativo nel trattamento conservativo del Low back Pain acuto e cronico.

Abbiamo riscontrato, grazie ai lavori da noi recensiti, che esercizi su superfici gonfiabili e in sospensione possono trovare applicabilità in atleti con low back pain. Questi modelli di training indirizzati ad un miglioramento della stabilità del complesso Lumbo-Pelvic-Hip Complex hanno, rispetto a superfici stabili, una maggiore attivazione muscolare dei muscoli della core . L'esercizio di abduzione dell'anca in Plank su TRX è l'esercizio d'elezione consigliato per la stabilità del Complesso Lumbo Pelvico. Rimane, secondo noi però di importanza capitale la personalizzazione della scelta e la progressione didattica degli esercizi che deve essere in relazione al quadro clinico/funzionale/posturale.

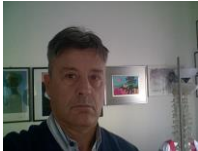


Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi,
A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
**Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain.
Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.**
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

First author :



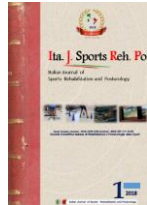
830

Rosario D'Onofrio, M.Sc Master's Degree Interdisciplinary in Medical Area in Posturology. I. st. Faculty of Medicine and Surgery,. University "La Sapienza" in Rome, B.Sc . in Movement and Exercise Science and Physiotherapy
Certificated in Athletic Trainers in Rehabilitation (CATR) and Rehab Conditioning Specialist (CECS) .
Scientific Italian Society of Sports Rehabilitation and Posturology –

Correspondence for author.: r.donofrio@alice.it



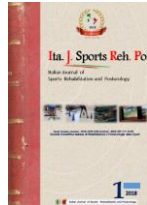
Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

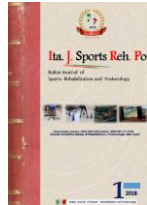
Reference

1. Morris FL, Smith RM, Payne WR, Galloway MA, Wark JD. Compressive and shear force generated in the lumbar spine of female rowers. *Int J Sports Med.* 2000;21(7):518–23. doi: 10.1055/s-2000-7409
2. Ekstrand, J. Injuries in soccer: prevention. In *Clinical Practice of Sports Injury Prevention and Care* (edited by P. Renstrom). 1994). pp. 285–293. Oxford: Black well Scientific.
3. Cibulka M. The Treatment of the Sacroiliac Joint Component to Low Back Pain: A Case Report *Physical Therapy /Volume 72, Number 12December 1992*
4. Fricker P, Taunton J, Ammann W. Osteitis pubis in athletes: infection, inflammation or injury? *Sports Med* 1991; 12: 266-79
5. Rozan M Influence of Physiological Loading on the Lumbar Spine of National Level Athletes in Different Sports. *J Hum Kinet* 2016 Apr 13;50:115-123.
6. Duda M. Golfers use exercise to get back in the swing. *Phys Sports Med.* 1989;17:109–13.
7. Kirkaldy-Willis WH, Wedge JH, Yong-Hing K, Reilly J. Pathology and pathogenesis of lumbar spondylosis and stenosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1978;3(4):319–28
8. Pengel LH, Herbert RD, Maher CG, et al. Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *BMJ.* 2003;327(7410):323.
9. Hayden JA, Dunn KM, Van der Windt DA, et al. What is the prognosis of back pain? *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2010;24(2):167–179.
10. Bono CM. Low-back pain in athletes. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(2):382–96.
11. Estwanik, J.J., Sloane, B. and Rosenberg, M.A. (1990). Causes of groin strain. *Physician and Sports medicine*, 18, 55–60, 65
12. Latshaw RF, Kanter TR, Lalenak A, et al. A pelvic stress fracture in a female jogger. *Am J Sports Med* 1981; 9: 54-6Wiley J. Traumatic osteitis pubis: the gracilis syndrome. *Am J Sports Med* 1983; 11 (5): 360-
13. Fricker P, Taunton J, Ammann W. Osteitis pubis in athletes: infection, inflammation or injury? *Sports Med* 1991; 12: 266-79
14. Holmich P. Adductor related groin pain in athletes. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 1998;5:285–91
15. Holmich P, Uhrskou P, Ulnits L, et al. Effectiveness of active physical training as treatment for long-standing adductor-related groin pain in athletes : randomised trial. *Lancet* 1999;353:439–43.



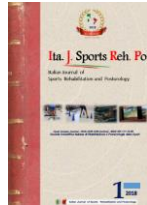
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

16. Zazulak BT Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med.* 2007;35(7):1123-1130.
17. Stanton R, Reaburn P, Humphries B. The effect of short term Swiss ball training on core stability and running economy. *J Strength and Conditioning Research.* 2003;3:522–52.
18. Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, Jones MT. Effects of physio ball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J Strength Cond Res.* 2003;17:721–5.
19. R. D'Onofrio, V. Manzi, S. D'Ottavio, A. Pintus, L. Pantanella. La swiss ball : Espressività scientifica nell'utilizzo della swiss ball sul core stability e sviluppo della Forza . *L'Allenatore FIGC – 2 - 2008*
20. Decker M.J, Torry Sadler SG Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: a systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculo skelet Disord* 2017 May 5;18(1):179M.R.
21. Wyland D.J, Sterett W.I, Steadman J.R. Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2003;18(7):662–669
22. Arab AM Lumbar lordosis in prone position and prone hip extension test: comparison between subject with and without low back pain. *Chiropr Man Therap* 2017 Mar 16;25:8
23. Wong AY, Parent EC, Funabashi M, et al. Do changes in transversus abdominis and lumbar multifidus during conservative treatment explain changes in clinical outcomes related to nonspecific low back pain? A systematic review. *J Pain.*2014;15(4):377.e1–e35.
24. Fortin JD, Aprill CN, Ponthieux RT, Pier J. Sacroiliac joint: pain referral maps upon applying a new injection/arthrography technique, part II: clinical evaluation. *Spine.*1994; 19:1483–1489
25. Cibulka MT, Koldehoff R. Clinical usefulness of a cluster of sacroiliac joint tests in patients with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.*1999; 29:83–89
26. Levangie PK. Four clinical tests of sacroiliac joint dysfunction: the association of test results with innominate torsion among patients with and without low back pain. *Phys Ther.*1999; 79:1043–1057.
27. Freiberg AH, Vinke TH. Sciatica and the sacroiliac joint. *J Bone Joint Surg.*1934; 16:126–136
28. Norman GF, May A. Sacroiliac conditions simulating intervertebral disc syndrome. *West J Surg Obstet Gynecol.*1956; 64:461–522.



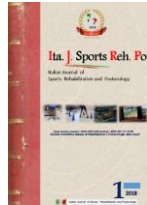
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

29. Jackson R. Diagnosis and treatment of pelvic girdle dysfunction. In: Godges J, Deyle G, eds. Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America.1998; 7:413–445.
30. Herzog W, Read LJ, Conway JW, et al. Reliability of motion palpation procedures to detect sacroiliac joint fixations. J Manipulative Physiol Ther.1989; 12:86–92 Lee D. The Pelvic Girdle. 2nd ed. Edinburg, Scotland. Churchill Livingstone; 1999 :69, 71, 136–141
31. Lindsay DM, Meeuwisse WH, Vyse A, et al. Lumbosacral dysfunctions in elite cross-country skiers. J Orthop Sports Phys Ther.1993; 18:580–585
32. Palmer ML, Epler ME. Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy. Philadelphia, Pa: JB Lippincott Co,1990 . Kirkaldy-Willis WH. Managing Low Back Pain. 2nd ed. New York, NY: Churchill Livingstone Inc,1988 :135–142
33. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. Sports Med1992;14:82e99)
34. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral joint mechanics: a theoretical model. J Orthop Sports Phys Ther.1987; 9:160–169
35. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. J Orthop Sports Phys Ther.2003; 33:639–646.
36. Messier SP, Davis SE, Curl WW, et al. Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. Med Sci Sports Exerc.1991; 23:1008–1015
37. Boling, MC PhD ATC, Darin A Padua Concentric and Eccentric Torque of the Hip Musculature in Individuals With and Without Patellofemoral Pain - Athl Train. 2009 Jan–Feb; 44(1): 7–13.
38. Lee TQ, Anzel SH, Bennett KA, et al. The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patello femoral contact pressures in human cadaver knees. Clin Orthop.1994; 302:69–74
39. Lee TQ, Yang BY, Sandusky MD, McMahon PJ. The effects of tibial rotation on the patellofemoral joint: assessment of the changes in in situ strain in the peripatellar retinaculum and the patellofemoral contact pressures and areas. J Rehabil Res Dev.2001; 38:463–469
40. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther.2003; 33:671–676
41. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, et al. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. J Orthop Sports Phys Ther.2003; 33:677–685.



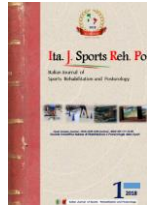
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

42. Gossman MR, Sahrmann SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle: experimental evidence and clinical implications. *Phys Ther* 1982;62:1799-1808.
43. Crane L. Femoral torsion and its relation to toeing-in and toeing-out. *J Bone Joint Surg Am.*1959; 41:421–428
44. Robinson, R.L; Nee, R.J. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports PhysTher.* 2007;37(5):232–238.
45. Bolgla, L.A; Malone, T.R; Umberger, B.R; Uhl, T.L. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(1):12–18.
46. Cibulka MT, Sinacore DR, Cromer GS, Delitto A. Unilateral hip rotation range of motion asymmetry in patients with sacroiliac joint regional pain. *Spine* 1998;23(9):1009–1015.
47. Dunn EJ, Bryan DM, Nugent JT, et al. Pyogenic infections of the sacro-iliac joint. *Clin.Orthop.* 1976;118:113-117.
48. laBan MM, Meerschaen JR, Taylor RS, et al. Symphyseal and sacroiliac joint pain associated with pubic symphysis instability. *Arch Phy sMed Rehabil.* 1978;59:47G472.
49. Fairbank JCT, Pysant PB, Van Poortvliet JA, et al. Influence of anthropometric factors and joint laxity in the incidence of adolescent back pain. *Spine.* 1984;9:461-464.
50. Ellison JB, Rose SJ, SahrmannSk Patterns of hip rotation range of motion: comparisonbetween healthy subjects and patients with low back pain. *PhysTher.* 1990;70:537-541.
51. Mellin G. Correlations of hip mobility with degree of back pain and lumbar spinal mobility in chronic low-back pain patients. *Spine.*1988;13:66
52. McGill SM. A biomechanical perspective of sacro-iliac pain. *Clin. Biomech.* 1987;2:145- 151
53. Cibulka MT Patellofemoral Pain and Asymmetrical Hip Rotation *PhysTher* Vol. 85, No. 11, November 2005, pp. 1201-1207.
54. Comerford MJ, Mottram SL: Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Manual Therapy* 2001, 2;61:3-14.
55. Hirschberg GG, Froetscher L, Naeim F. Iliolumbar syndrome as a common cause of low back pain: diagnosis and prognosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60:415-419
56. Sahrmann SA: *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes.* 1st edition. St.Louis: Mosby; 2002.



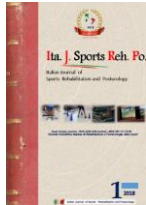
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

57. O'Sullivan PB, Masterclass: Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy* 2000, 2;51:2-12.
58. Richardson C, Jull G, Hodges P, Hides J: *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilisation in low back pain, scientific basis and clinical approach*. 1st edition. London.:Churchill Livingstone; 1999.
59. Wong TK, Lee RY. Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip. *Hum Mov Sci* 2004;23(1):21–34.
60. Fairbank JC, Pynsent PB, Van Poortvliet JA, Phillips H. Influence of anthropometric factors and joint laxity in the incidence of adolescent back pain. *Spine* 1984;9(5):461–464
61. Van Dillen LR, Sahrman SA, Norton BJ, Caldwell CA, Fleming DA, McDonnell MK, *et al.*: Reliability of physical examination items used for classification of patients with low back pain. *Phys Ther* 1998, 78(9):979-988.
62. Taimela S, Luoto S: Does disturbed movement regulation cause chronic back trouble? *Duodecim* 1999, 115(16):1669-1676
63. Ellison JB, Rose SJ, Sahrman SA. Patterns of hip rotation range of motion: a comparison between healthy subjects and patients with low back pain. *Phys Ther* 1990;70(9):537–541.
64. Porter JL, Wilkinson A. Lumbar-hip flexion motion. a comparative study between asymptomatic and chronic low back pain in 18- to 36-year-old men. *Spine* 1997;22(13):1508–1513.
65. Shum GL, Crosbie J, Lee RY. Three-dimensional kinetics of the lumbar spine and hips in low back pain patients during sit-to-stand and stand-to-sit. *Spine* 2007;32(7):
66. Shum GL, Crosbie J, Lee RY. Effect of low back pain on the kinematics and joint coordination of the lumbar spine and hip during sit-to-stand and stand-to-sit. *Spine* 2005;30(17):1998–2004.
67. Adams, MA.; Bogduk, N.; Burton, K.; Dolan, P. *The Biomechanics of Back Pain*. Edinburgh, England: Churchill Livingstone; 2002.
68. Vad VB, Bhat AL, Basrai D, Gebeh A, Aspergren DD, Andrews JR. Low back pain in professional golfers: The role of associated hip and low back range-of-motion deficits. *American Journal of Sports Medicine*. 2004;32:494–497.
69. Vad VB, Gebeh A, Dines D, Altchek D, Norris B. Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2003;6:71–75.
70. Gajdosik *Stabilization of the Trunk and Pelvis While Measuring Hip Internal Rotation Suggestion from the Field* 64 / Number 1, January 1984 *Physio Therapy*.



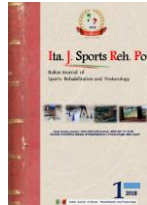
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

71. Cibulka MT. Low back pain and its relation to the hip and foot. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999;29 (10):595–601.
72. Flynn T, Fritz J, Whitman J, et al. A clinical prediction rule for classifying patients with low backpain who demonstrate short-term improvement with spinal manipulation. *Spine* 2002;27(24):2835– 2843.
73. Chesworth BM, Padfield BJ, Helewa A, Stitt LW. A comparison of hip mobility in patients with low back pain and matched healthy subjects. *Physio Ther Can* 1994;46(4):267–274.
74. Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, et al. Biomechanical risk-factors for occupationally related low-back disorders. *Ergonomics* 1995;38(2):377–410.
75. Leinonen V, Kankaanpaa M, Airaksinen O, Hanninen O. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: Effects of low back pain and rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81:32–7.
76. Ingalls, C.P., Warren, G.L. and Armstrong, R.B.. Dissociation of force production from MHC and actin contents in muscles injured by eccentric contractions. *J. Muscle Res. Cell Motil.* 19: 215-224, 1998.)
77. Woerman AL. Evaluation and treatment of dysfunction in the lumbar-pelvic-hip complex. In: Donatelli R, WoodenMJ, eds. *Orthopedic Physical Therapy*. Edinburgh, Scotland: Churchill-Livingstone, 1989:403-83.
78. Porterfield JA, De Rosa CP. *Mechanical Low Back Pain: Perspectives in Functional Anatomy*. Philadelphia: WB Saunders Co., 1991:165-2000.
79. D’Onofrio R. Tamburrino P. Bruno C. Tamburrino G. Bhatt J. Whiplash and Cervical spine Injuries in Sports Activity. *Analisi Retroattiva della Letteratura. Ita. J. Sports Reh. Po.* 2017,4,1 ; 701 - 722ISSN 2385-1988 [Online] IBSN 007-111-19-55.
80. Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:242–249.
81. Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ. Differences in electromyographic activity in multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with subacute and chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2002;
82. Hodges, P.W. and Richardson C.A. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 80:1005–1012. 1999



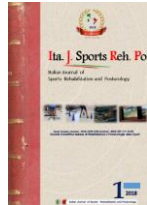
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

83. Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electrom Kines*. 2003;13:361–370.
84. Horsak B. Trunk muscle activation levels during eight stabilization exercises used in the functional kinetics concept: A controlled laboratory study. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2017;30(3):497-508. doi: 10.3233/BMR-140259
85. Sheth P, Yu B, Laskowski E: Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. *American Journal of Sports Medicine* 1997, 25(4):538-43
86. Verhagen E, Van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W: The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *American Journal of Sports Medicine* 2004, 32(6):1385-93.
87. Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 1998 Feb;23(3):371–377.
88. Merritt, L. *Gym Ball Exercise For Low Back Pain*. Tabor View Publishing; 2004. p. 13. Creager, C. *Executive Physical Therapy*. 1994. *Therapeutic Exercise Using the Gym Ball*; pp. 2–3.
89. Stanton, R. Reaburn, P. R, & Humphries, B. The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2004; 18(3): 522-528.
90. Behm DG, Anderson K, Curnew RS: Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *J Strength Cond Res* 2002, 16(3):416-22.
91. Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*. 2000;80:564–9.
92. Anderson KG, Behm DG. Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *J Strength Cond Res*. 2004;18:637–40.
93. Marshall PW, Murphy BA. Evaluation of functional and neuromuscular changes after exercise rehabilitation for low back pain using a Swiss ball: a pilot study *J Manipulative Physiol Ther*. 2006 Sep;29(7):550-60
94. Gregory J Lehman, MSc, DC* An unstable support surface is not a sufficient condition for increases in muscle activity during rehabilitation exercise *J Can Chiropr Assoc* 2007; 51(3)
95. Spina A, Lehman GJ. Trunk muscle activity during various resistance exercises performed on the ground and on BOSU Balance Trainer. Unpublished Resident Research Project 2006.



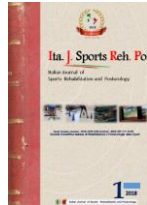
R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

96. Gregory J Lehman , Trish Gordon , Jo Langley , Patricia Pemrose and Sara Tregaskis Replacing a Swiss ball for an exercise bench causes variable changes in trunk muscle activity during upper limb strength exercises *Dynamic Medicine* 2005, 4:6
97. Escamilla RF Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *JOSPT* 2010 May;40(5):265-76
98. Srivastay P. Swiss Ball Versus Mat Exercises For Core Activation of Transverse Abdominis in Recreational Athletes. *J. Clin Diagn Res* 2016 Dec;10(12):YC01-YC03
99. Zemková E., Hamar D. Utilization of elastic energy during weight exercises differs under stable and unstable conditions. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013;53:119–129.
100. Hamis S .Muscle Activation Patterns During Suspension Training Exercises *Int J Sports Phys Ther* 2017 Feb; 12(1): 42–52.
101. Snarr RL Electromyographic Comparison of Traditional and Suspension Push-Ups *J Human kinetic* .2013 Dec 18; 39: 75–83.
102. Mok NW Core muscle activity during suspension exercises. *J. Sci Med Sport* 2015 Mar;18(2):189-94.
103. Fong SS Core Muscle Activity during TRX Suspension Exercises with and without Kinesiology Taping in Adults with Chronic Low Back Pain: Implications for Rehabilitation. *Evid based Complement Alternat med* 2015;910168.
104. Snarr R. L., Esco M. R. Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014;28(11):3298–3305.
105. Fitness Anywhere LLC. *TRX Suspension Training Course User's Guide*. San Francisco, Calif, USA: Fitness Anywhere LLC; 2013.
106. Ekstrom R. A., Donatelli R. A., Carp K. C. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2007;37(12):754–762. doi: 10.2519/jospt.2007.2471.
107. Van Dieën J. H., Cholewicki J., Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine*. 2003;28(8):834–841
108. Gaedtke A. TRX Suspension Training: A New Functional Training Approach for Older Adults - Development, Training Control and Feasibility *Int J Exerc. Sci* 2015 Jul 1;8(3):224-233.



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi, A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain. Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

109. Carey T. S., Garrett J., Jackman A., McLaughlin C., Fryer J., Smucker D. R. The outcomes and costs of care for acute low back pain among patients seen by primary care practitioners, chiropractors, and orthopedic surgeons. *The New England Journal of Medicine*.1995;333(14):913–917
110. McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*.2001;29(1):26–31
111. Hibbs AE, Thompson KG, French D, Wrigley A, Spears I. Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Med*. 2008;38(12):995–1008)



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, G. Papa, G. Rando, A. Tucciarone, V. Manzi,
A. Pintus, A. Bovenzi, L. Febbrari, J. Van de Rakt
**Meccaniche posturali del Lumbo-Pelvic-Hip Complex in atleti con Low Back Pain.
Implicazioni per un corretto approccio riabilitativo – funzionale.**
Ita J Sports Reh Po 2018; 5 ; 1 814 – 840
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55
CGIJ OAJI :0,101

840





Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

