



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA

FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLO-SCHELETRICI

A.A. 2009/2010

TESI DI MASTER

LA CORE STABILITY NELLO SPORT

Relatore:

Dott.essa Elena Dovetta

Candidato:

Rossi Matteo

Sommario

ABSTRACT	3
INTRODUZIONE	4
La Core Stability e lo sport.....	4
Anatomia, fisiologia e biomeccanica.....	6
Anatomia	6
Fisiologia	8
Biomeccanica.....	9
MATERIALI E METODI.....	11
Tabella A: Articoli Sport Generali	12
Tabella B: Articoli Sport Specifici.....	13
DISCUSSIONE	15
La Core Stability nella prevenzione degli infortuni sportivi e nella riabilitazione sportiva	15
La Core Stability nel miglioramento della performance sportiva	18
Core Stability Training	20
COMMENTO	22
KEY POINTS.....	24
BIBLIOGRAFIA	25

ABSTRACT

Obiettivi: La Core Stability è stata oggetto di ricerche, fin dai primi anni '80, che hanno sottolineato i benefici del training della muscolatura Core nel prevenire la cronicità di Low Back Pain aspecifico e nel migliorare lo svolgimento delle attività quotidiane. Tuttavia poche ricerche sono state eseguite riguardo ai benefici del Core Training in atleti d'élite e su come questo allenamento possa essere effettuato per migliorare la performance sportiva e per prevenire infortuni negli atleti. Molti atleti d'élite utilizzano l'allenamento della stabilità e della forza del Core come una parte integrante del loro programma di training, nonostante i risultati e le conclusioni contraddittorie circa la loro reale efficacia. Questo è principalmente dovuto al fatto che manca un metodo Golden Standard per misurare sia la stabilità che la forza del Core durante le sedute quotidiane di allenamento e durante i movimenti sport specifici. Ci sono numerosi articoli in letteratura che promuovono programmi di Core training per ottimizzare la performance sportiva, ma manca un fondamento scientifico razionale della reale efficacia soprattutto nel settore sportivo, anche se negli ultimi anni si stanno moltiplicando gli studi riguardanti questo argomento producendone alcuni, anche se limitati, di buona qualità. Nel settore della riabilitazione sportiva invece una diminuzione degli infortuni agli arti inferiori e al rachide sono stati notati in atleti che utilizzavano programmi che includevano il Core Training, sottolineando l'importanza dell'inserimento di esercizi per la Core Stability nei programmi di training sportivo.

Materiali e metodi: E' stata effettuata una ricerca in letteratura, dal 2004 ad oggi, attraverso il database Ovid-Medline. Sono stati inoltre inclusi articoli rilevanti trovati nelle referenze di ogni singolo articolo. Si è deciso di escludere articoli non in lingua inglese e meno specifici sull'argomento trattato.

Key Words: Core, stability; supplementary concept: protocol, rare disease.

Conclusioni: l'argomento discussso suscita notevole interesse tra i vari autori. Sono necessarie però ulteriori ricerche di qualità metodologica elevata che correlino la Core Stability al miglioramento della performance sportiva. Queste ricerche inoltre devono includere programmi di esercizi standardizzati e soprattutto devono essere applicabili a sport differenti o almeno a sport che sono simili sotto il profilo del gesto tecnico.

INTRODUZIONE

La Core Stability e lo sport

Negli ultimi anni molti autori hanno posto l'attenzione sulla Core Stability nello sport, sia per quanto riguarda la prevenzione degli infortuni che per migliorare e ottimizzare la prestazione sportiva.

E' stato infatti sottolineato come la stabilizzazione Core sia il punto chiave della riabilitazione clinica e soprattutto di tutti i programmi di allenamento a partire dalle persone che vogliono migliorare la propria condizione atletica fino ad arrivare agli atleti d'elite.

Il core è infatti considerato come un corsetto muscolare che lavora come una unità per stabilizzare tutto il corpo e in particolare la colonna vertebrale, sia in presenza che in assenza di movimenti degli arti, ed è inoltre valutato come il ponte che unisce le estremità superiori e inferiori del corpo e il punto dove passano e da dove vengono generate tutte le forze. **Kibler et All** ⁽¹¹⁾ hanno infatti sottolineato l'importanza del Core nel migliorare l'equilibrio e la forza e la propriocezione sia nel prendere in esame l'unità locale del tronco sia nel considerare i movimenti globali, nella vita quotidiana e nelle attività sportive.

Anche nel mondo della medicina alternativa il Core è considerato come la "powerhouse", cioè il motore che sta alla base di tutti i movimenti degli arti e il luogo da dove vengono generate tutte le energie che si propagano poi verso le estremità.

Il core è costituito sia da elementi passivi che attivi: le strutture passive sono la colonna toraco-lombare e la pelvi, mentre la struttura attiva è l'insieme dei muscoli del tronco. **Akuthota e Nadler** ⁽¹¹⁾ descrivono la core come una scatola costituita anteriormente dai muscoli della cintura addominale (trasverso, retto e obliqui), posteriormente dai muscoli paraspinali e dai glutei, superiormente dal diaframma considerato il "tetto" della scatola e infine inferiormente dai muscoli del pavimento pelvico e dai muscoli dell'anca, considerati a loro volta come il "fondo" della scatola. Sempre **Kibler et All** ⁽¹¹⁾ hanno concordato con gli autori precedenti sulle strutture attive e passive che vanno a formare il Core.

I muscoli sopra citati sono responsabili nel mantenere la stabilità della colonna e delle pelvi e aiutano a generare e a trasferire le forze dal tronco verso gli arti e viceversa durante numerose attività sportive. Quindi oltre ad avere una funzione di stabilizzazione, il Core ha anche un'azione dinamica e di controllo sul movimento, dovuto principalmente al fatto, come detto, che il tronco anatomicamente congiunge le estremità inferiori a quelle superiori.

Leetun et All ⁽¹¹⁾ hanno invece sottolineato come la Core Stability ha un importantissimo ruolo nella prevenzione degli infortuni nello sport. Viene infatti sottolineato come una diminuzione della stabilità lombo pelvica è direttamente correlata ad un aumento di infortuni agli arti inferiori soprattutto nel sesso femminile. Questo studio sottolinea quindi l'importanza della stabilizzazione prossimale nel prevenire infortuni che avvengono in settori distali, come le estremità inferiori, sia a carico di anche e caviglie, ma soprattutto a carico del ginocchio.

Andersson and behm ⁽¹¹⁾ hanno oltremodo indicato come una perdita della stabilizzazione può oltremodo essere un fattore che contribuisce all'insorgenza di low back pain in atleti.

Oltre ad avere una funzione di stabilizzazione e di generazione di forze muscolari, la funzionalità del core è strettamente correlata in tutte le attività sportive che coinvolgono le estremità, ne sono esempio la corsa, il nuoto, il ciclismo, per citarne solo alcuni.

Dato che il core è l'anello centrale che concatena arti superiori e inferiori, il controllo della forza del core, dell'equilibrio e del movimento può ottimizzare tutte le catene cinetiche che coinvolgono gesti atletici simultanei e isolati di arti superiori e inferiori.

Alcuni studi hanno infatti dimostrato come una ottima Core Stability è associata con una migliore performance fisica, in tutti gli sport. Infatti una corretta trasmissione di forze dagli arti superiori agli arti inferiori e una corretta stabilizzazione che garantisce un ottimo fulcro per sviluppare forza muscolare garantiscono maggior efficienza e efficacia nel gesto atletico e lo economizzano.

Anatomia, fisiologia e biomeccanica

Anatomia

La muscolatura Core lavora come una base anatomica per i movimenti dei segmenti distali, e quindi dà stabilità ai segmenti prossimali quando quelli distali eseguono movimenti come il lanciare il calciare o nella corsa. Molti dei muscoli che eseguono i movimenti primari degli arti hanno inserzioni sulla colonna e sulla pelvi, come il Grande Pettorale, il Gran Dorsale, gli Ischiocrurali, il quadricipite. Oltremodo anche al Trapezio, i rotatori d'Anca e i Glutei.

Come detto sono numerosi i muscoli che vanno a costituire il sistema di stabilizzazione Core, alcuni di questi sono muscoli a leva corta che hanno lo scopo principale di dare stabilità durante il movimento alle singole articolazioni, mentre altri muscoli a leva lunga hanno lo scopo di “produrre” movimento angolare. La coordinazione nell’attivazione muscolare tra i due differenti tipi di muscoli garantisce mantenere il movimento nella “zona neutra” dell’articolazione, dove le tensioni legamentose sono minime. Un esempio è il muscolo Multifido che garantisce stabilità alle articolazioni tra le vertebre della colonna lombare mentre altri muscoli eseguono il movimento.

I muscoli Addominali, Trasverso dell’Addome (TrA), Obliquo Interno (OI) e Esterno (OE) e Retto dell’Addome (RA), costituiscono una componente fondamentale del Core. La contrazione del TrA in primo luogo va a incrementare la pressione intraddominale e la tensione della fascia toraco-lobare, perciò svolge un ruolo cruciale nella stabilizzazione della colonna lombare.

Nella loro totalità i muscoli addominali vanno invece a costituire un cilindro rigido che garantisce un miglioramento della stiffness della colonna lombare, infatti sia il RA, l’Obliquo interno e esterno, hanno un partner di attivazione in direzione specifica, così da supportare il tronco durante i movimenti degli arti.

Oltremodo importante come detto è la contrazione che i muscoli addominali garantiscono aumentando la pressione intraddominale, garantendo così in questo modo stabilità alla colonna e al Core durante i movimenti degli arti e permettendo a questi ultimi di avere un fulcro stabile di movimento. Clinicamente è stato infatti dimostrato come sia sufficiente un

piccolo aumento nell'attivazione muscolare del multifido e degli addominali per garantire la corretta stiffness alla colonna lombare⁽²⁰⁾.

La Core Stability necessita di un controllo muscolare che è garantito in tutti e tre i piani di movimento. A questo scopo i muscoli possono essere attivati con un patner di attivazione diverso da quello della loro funzione primaria. Un esempio è il muscolo Quadrato dei Lombi (QL), la cui funzione primaria è di dare stabilità nei movimenti eseguiti sul piano frontale e nei movimenti di estensione, ma allo stesso tempo è implicato in associazione nei movimenti di flessione e lateral bending.

La volta della muscolatura Core è costituita come detto in precedenza dal diaframma. Una contrazione simultanea e coordinata del diaframma con i muscoli del pavimento pelvico e i muscoli addominali, è necessaria per garantire un aumento della pressione intraddominale, garantendo un cilindro muscolare più rigido per supportare il tronco e diminuendo il carico sulla colonna vertebrale. Il diaframma contribuisce all'aumento della pressione intraddominale prima dell'inizio dei movimenti degli arti indipendentemente dall'attività respiratoria.

All'estremo opposto del diaframma ci sono i muscoli del pavimento pelvico, spesso dimenticati nella riabilitazione dei disordini muscolo scheletrici poiché di difficile valutazione. Esistono dei patterns di attivazione sinergica tra i muscoli del pavimento pelvico, il TrA, il Multifido e il diaframma, non a caso questi muscoli costituiscono l'unità interna dei muscoli Core.

Le anche e le Pelvi e le loro strutture associate vanno a formare il supporto statico di base della muscolatura Core. Fondamentali per il funzionamento base di anche e pelvi sono alcuni dei maggiori gruppi muscolari di questa regione, come i glutei. Questi muscoli hanno aree di sezione trasversali larghe tali da garantire sia stabilità che generare forza e potenza muscolare nei gesti sport specifici. I glutei sono stabilizzatori del tronco quando si generano movimenti in catena cinetica chiusa e al contempo garantiscono energia e forza per promuovere i movimenti degli arti inferiori.

La fascia Toracolombare è un'altra importante struttura del Core che va a congiungere gli arti inferiori tramite il Grande Gluteo agli arti superiori tramite il Gran Dorsale. Questo garantisce al Core di essere incluso nelle catene cinematiche che comprendono movimenti di arti inferiori e superiori, come per esempio nel lancio. La fascia è connessa anatomicamente a varie strutture, tra cui il mutifido e i muscoli profondi del tronco, coprendoli, i muscoli addominali,

specialmente obliquo interno e trasverso dell'addome. Queste interconnessioni garantiscono il supporto tridimensionale sopra citato, favorendo la Core Stability.

La fascia quindi va a completare posteriormente il corsetto rigido che forma il Core, completato anteriormente dalla fascia degli addominali e lateralmente dai muscoli obliqui.

Fisiologia

Le attivazioni muscolari nelle catene cinetiche sono basate su patterns preprogrammati di movimento che hanno funzioni specifiche per eseguire gesti atletici sport specifici e si migliorano con la ripetizione del gesto atletico.

Esistono due differenti tipi di patterns d'attivazione:

- 1) *Patterns lunghezza-dipendenti*, che danno stabilità all'articolazione, coinvolgono muscoli con bracci di leva corti, sono mediati da imput afferenti Gamma e coinvolgono l'inibizione reciproca dei muscoli per garantire stiffness ai movimenti di ogni singola articolazione.
- 2) *Patterns forza-dipendenti*, integrano l'attivazione di più muscoli per muovere più articolazioni e sviluppare la forza, sono mediati dai recettori tendinei del golgi.

I Patterns di movimento forza-dipendenti sono stati valutati in molti aspetti delle attività correlate al Core. La valutazione dei patterns di attivazione in associazione a movimenti rapidi degli arti inferiori hanno dimostrato che i primi muscoli ad attivarsi sono il gastrocnemio e il soleo controlaterali per poi procedere in su con l'attivazione dei muscoli del braccio attraverso la muscolatura del tronco. La massima velocità nel calciare un pallone è strettamente correlata di più ai muscoli flessori di anca che ai muscoli estensori di ginocchio (9). Un altro studio sul baseball dimostra che in tutti i livelli di lancio c'è un pattern di attivazione muscolare che parte dall'obliquo esterno contro laterale e procede verso il braccio ⁽²⁰⁾.

Le attivazioni muscolari descritte in precedenza inoltre garantiscono un aumento dei livelli di attivazione muscolare delle estremità aumentando la loro capacità di eseguire gesti sport specifici più corretti e bilanciati. Ne è un esempio il fatto che la contrazione massima del gastrocnemio in flessione plantare si sviluppata a partire da una contrazione dei muscoli dell'anca; infatti un aumento del 26% di attivazione del gastrocnemio può verificarsi nella caviglia come un risultato di una attivazione muscolare prossimale.

In aggiunta a questo, una attivazione muscolare delle estremità può essere più precisa e controllata soprattutto quando è concomitante una contrazione massimale dei muscoli prossimali con funzione stabilizzante. Ciò può essere visto durante il lancio nell'attivazione muscolare a livello del gomito⁽²⁰⁾.

L'attivazione della muscolatura Core, quindi, garantisce una corretta stiffness al tronco, creando un cilindro rigido che crea un lungo braccio di leva intorno al quale si possono verificare movimenti rotatori e contro il quale i muscoli possono stabilizzarsi mentre si contraggono.

Biomeccanica

La fisiologica attivazione muscolare è il risultato di diversi effetti biomeccanici che garantiscono funzioni locali e distali. L'attivazione muscolare pre-programmata è il risultato di aggiustamenti posturali anticipatori (APAs), che posizionano il corpo per resistere alle perturbazioni e per bilanciare le forze create da movimenti sport specifici come il calciare, il lanciare o il correre. In conclusione gli APAs vanno a creare stabilità prossimale garantendo mobilità distale.

L'attivazione muscolare crea inoltre movimenti interattivi che sviluppano e controllano le forze e i carichi sulle singole articolazioni e sono creati da movimenti e posizioni di articolazioni adiacenti. Si sviluppano nei segmenti centrali del corpo e sono la chiave per generare forze appropriate nelle articolazioni distali e per determinare posizioni relative tra le ossa che minimizzano il carico interno delle articolazioni. Ci sono molti esempi di questo meccanismo, che garantisce lo sviluppo di forza massimale ad una estremità o forniscono precisione e stabilità nei movimenti distali. La massima forza nei segmenti del piede durante un calcio ad un pallone è garantita da movimenti interattivi risultanti da una flessione d'anca. Un altro esempio

è nel baseball il fatto che la massima velocità di lancio della palla è correlata a movimenti interattivi dell'articolazione della spalla che garantiscono stabilità al gomito, evitano la distrazione della glenomerale e incrementano la velocità angolare del gomito⁽²⁰⁾.

Un altro aspetto fondamentale da considerare è il fatto che come risultato dell'attivazione muscolare e dei movimenti interattivi, si crea uno sviluppo della forza e del movimento da prossimale a distale che coinvolge l'attivazione della muscolatura Core, in accordo con il principio di sommazione della velocità. Questa sviluppo del movimento non ha sempre una evoluzione lineare da un segmento all'altro. Nel servizio del tennis infatti lo sviluppo della velocità massima a livello del gomito è sviluppata prima della velocità massima che si sviluppa nella spalla. Schemi di attivazione analoghi sono stati dimostrati nel servizio del tennis, nel lancio nel baseball e nel calciare un pallone.

Un altro importante aspetto è il fatto che il controllo della forza muscolare è garantito dalle strutture del Core, soprattutto attive. Infatti il tronco è fondamentale nel recuperare il momento iniziale nel lancio, e approssimativamente l' 85% dell'attivazione muscolare che serve per rallentare il braccio di movimento iniziale è generata più dalla muscolatura periscapolare e del tronco che dalla cuffia dei rotatori (CdR).

MATERIALI E METODI

Lo scopo di questo studio è quello di indagare se esistono correlazioni e in quali termini tra la Core Stability e lo sport in tutti i possibili aspetti ed in particolare in relazione alla prevenzione degli infortuni e al miglioramento della performance sportiva.

La ricerca è stata condotta attraverso l'utilizzo di database elettronici (OVID-MEDLINE), sono stati inclusi articoli pubblicati dal 2004 ad oggi e sono state usate le seguenti parole chiave, Core e stability, e come supplementary concept, protocol e rare disease.

La ricerca della letteratura è stata condotta in Inglese. Ulteriori citazioni sono state individuate dalla bibliografia degli articoli trovati.

Tra tutti gli articoli trovati, sono state costruite due tabelle distinte, la prima, denominata Tabella A, che includeva articoli riguardanti le relazioni tra Core Stability e sport in generale, la seconda, denominata Tabella B, invece, che comprendeva articoli il cui obiettivo era analizzare tale relazione negli sport specifici. Si è deciso di escludere articoli non in lingua inglese, studi precedenti all'anno 2004 e meno specifici sull'argomento trattato, come per esempio gli articoli che trattavano le relazioni tra Core Stability e popolazioni non sportive.

Sono stati inclusi quindi nella prima tabella 10 articoli, di cui 7 Review, 1 Practice Guideline e 2 Journal Article. Mentre nella seconda tabella sono stati inclusi 12 articoli, di cui 3 RCT, 5 Clinical Trial e 4 Journal Article.

Tabella A: Articoli Sport Generali

Autori	Anno	Titolo	Tipo di studio	Dati	Conclusioni
D.G. Behm, E.J. Drinkwater, J.M. Willardson, P.M. Cowley	2010	Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the Core in Athletic and Nonathletic Condition	PRATICE GUIDELINE	Prospectiv e Studies, Case Reports	Raccomandazioni nell'utilizzare cindizioni instabili per allenare la Core Stability sia in condizioni atletiche che non.
A. E. Hibbs, K. G. Thompson, D. French, A. Wrigley, I. spears	2008	Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength	REVIEW	Clinical Trials, Case Report	Afferma l'utilità dell'allenamento della Core Stability nel migliorare le performance sportive. Mancano fondamenti scientifici e logici sulla reale efficacia specie nel settore sportivo
J. Borghuis, L. Hof, K. A.P.M. Lemink	2008	The importance of sensory-motor control in providing Core Stability	REVIEW	Clinical Trials, Prospectiv e Studies	Viene mostrata l'importanza del controllo motorio nella performance della Core Stability. Viene sottolineata la relazione tra diminuzione della Stabilità Core e l'insorgenza di infortuni. Al contrario non sono state trovate relazioni con il miglioramento della performance sportiva.
V. Akuthota, A. Ferreiro, T. Moore, M. Fredericson	2008	Core Stability Exercise Principles	REVIEW	5+2 RCT+ SYSTEMATIC REVIEW	Afferma utilità della stabilizzazione lombopelvica. Mancano misure di Outcome e Programmi Standardizzati
B. Krabak, MD, MBA and D.J. Kennedy, MD	2008	Functional Rehabilitation of Lumbar Spine Injuries in the Athlete	REVIEW	mancanza di RCT sull'efficacia della stabilizzazione	Afferma l'esistenza di una base teorica nel miglioramento della forza dei muscoli Core nella prevenzione degli infortuni (LBP)
J.M. Willardson	2007	Core Stability Training: Application to Sport Conditioning Program	BRIEF REVIEW	Clinical Trials, Prospective Studies	L'uso di superfici instabili per allenare il tronco negli sportivi
V. Akuthota, MD, Scott F., Nadler, DO	2007	Core Strengthening	FOCUSED REVIEW	Mancanza di RCT sull'efficacia della stabilizzazion e del tronco	Afferma necessità di trovare concordanza sui programmi di stabilizzazione
W.B. Kibler, J. Press, A. Sascia	2006	The Role of Core Stability in Athletic Function	JOURNAL ARTICLE	Case Reports	Afferma la centralità del Training della muscolatura Core nello Sport. Non è tuttavia possibile differenziare le varie componenti della Core Stability
J.D. Wilson, C.P. Dougherty, M.L. Ireland, I.M. Davis	2005	Core Stability and Its Relationship to Lower Extremity Function and Injury	JOURNAL ARTICLE	Case Reports	Mostra la relazione tra un deficit della Muscolatura Core e il rischio di infortuni agli arti inferiori
L.S. Bliss, P. Teeple	2005	Core Stability: the Centrepiece of any Training Program	REVIEW	Clinicals Trials, Case Reports	Afferma la necessità di inserire in qualsiasi training sportivo un programma di allenamento per la Core Stability

Tabella B: Articoli Sport Specifici

Autori	Anno	Titolo	Tipo di studio	Dati	Conclusioni
A.H. Saeterbakken, R.V.D. Tillaar, S. Seiler	2011	Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players	CLINICAL TRIAL	24 giocatrici di Pallamano, 14 sottoposte a core stability-training program, 10 inserite nel gruppo di controllo	Viene mostrato come un programma di allenamento Core su superfici instabili a catena cinetica chiusa migliora la massima velocità d' lancio
A. Filipa,R. Byrnes,M.V. Paterno,G.D. Myer,T.E. Hevett	2010	Neuromuscular Training Improves Performance on the Star Excursion Balance Test in Young Female Athlets	CLINICAL TRIAL	20 giocatrici di calcio donne non inf fortunate, 13 inserite nel gruppo neuromuscular training (NMPT) e 7 inserite nel gruppo di controllo	Le giocatrici inserite nel gruppo NMPT, basato su Core Stability e rafforzamento delle estremità inferiori, hanno migliorato la performance nello Star Excursion Balance Test. Nessuna distinzione tra i due interventi (Esercizi Core Stability e Rafforzamento estremità inferiori).
C. Asplund, M. Ross	2010	Core Stability and Bicycling	JOURNAL ARTICLE	Case Reports	Afferma la relazione tra Core Stability e Performance sportiva specifica, inoltre la relazione tra Core e diminuzione degli inf ortuni
K. Sato, M. Mokha	2009	Does Core Strength training Influence Running Kinetics, Lower-Extremity Stability, and 5000-m Performance in Runners?	RCT Comparative Study	28 corridori, 10 uomini 18 donne, 14 sottoposti a Core Strength Training, 14 inseriti nel gruppo di controllo	Il programma di stabilizzazione ha avuto una significativa influenza sulla performance della corsa, alcuna influenza sulla stabilità delle articolazioni degli arti inferiori
M. Hadala, C. Barrios	2009	Different Strategies for Sports Injury Prevention in an American's Cup Yachting Crew	CLINICAL TRIAL	30 Navigatori Professionisti	Relazione tra diminuzione degli inf ortuni e l'implementazione di un programma preventivo di fisioterapia. Nessuna correlazione però tra l'efficacia delle singole terapie effettuate (Stretching, Terapia Manuale, Rice, Kinesiotaping, Esercizi Core Stability)
S.N. Omkar, Ph.D., S. Vishwas, B.Tech.	2009	Yoga Techniques as a means of Core Stability Training	JOURNAL ARTICLE (Review)	Teorico	Relazione tra alcune posizioni Yoga e il miglioramento della performance dei muscoli Core (Traversus Abdominis)
T. W. Nesser, K. C. Huxel, J. L. Tincher, T. Okada	2008	The Relationship Between Core Stability and Performance in Division I Football Players	CLINICAL TRIAL	29 giocatori di football	La Core Stability è moderatamente correlata a forza e performance
K. Steffen, G. Myklebust, O.E. Olsen, I. Holme, R. Bahr	2008	Preventing Injuries in Female Youth Football	RCT	Intervention Group the "11" = 59 teams-1091 Players, Control Group= 54 Teams-1001 Players	Non è stato osservato nessun effetto sul tasso di inf ortuni, soprattutto per la bassa compliance al programma di prevenzione.

J.P. ABT, J.M. Smoliga, M.J. Brick, J.T. Jolly, S.M. Lephart, F.H. Fu	2007	Relationship Between Cycling Mechanics and Core Stability	JOURNAL ARTICLE	15 ciclisti professionisti	Afferma la correlazione tra un programma di allenamento di resistenza del Core e il miglioramento dell'allineamento delle estremità inferiori durante il gesto della pedalata
C.J. Thompson, K.M Cobb, J. Blackwell	2007	Functional Training Improves Club Head Speed and Functional Fitness in Older Golfers	RCT	18 giocatori di golf maschi, 11 sottoposti a un programma di training funzionale, 7 al gruppo di controllo	Relazione tra programma funzionale di allenamento e aumento della massima velocità nello swing. Nessuna correlazione però tra l'efficacia delle singole terapie effettuate (esercizi di flessibilità, di stabilità core, di equilibrio, di resistenza)
R. Stanton, P.R. Reaburn, B. Humphries	2004	The Effect of Short- Term Swiss Ball Training on Core Stability and Running Economy	CLINICAL TRIAL	18 Atleti Maschi Giovani, 8 inseriti nel gruppo sperimentale, 10 inseriti nel gruppo di controllo	Il training con la Swiss Ball migliora la funzionalità della Core Stability, senza concomitanti miglioramenti nella performance fisica in atleti giovani.
D.T. Leetun, M.I. Ireland, J.D. Willson, B.T. Ballantyne, I.M. Davis	2004	Core Stability Mesasures as Risk Factors for Lower Extremity Injuries in Athlets	JOURNAL ARTICLE	80 donne e 60 uomini, giocatori di pallacanestro e atleti di pista	Afferma il ruolo importante della Core Stability nella prevenzione degli infortuni negli atleti. Sostiene che si necessita di ulteriori studi futuri

DISCUSSIONE

La Core Stability nella prevenzione degli infortuni sportivi e nella riabilitazione sportiva

Sebbene l'allenamento di forza e potenza nella Core Stability sia strettamente implicata nel perfezionamento delle performance sportive, il miglioramento della Core endurance appare strettamente correlato alla prevenzione degli infortuni sportivi.

McGill ⁽¹³⁾ nei suoi studi sostiene che lo sviluppo della resistenza dovrebbe precedere l'allenamento della forza del Core appunto per prevenire infortuni al rachide o l'insorgenza di low back pain. Dello stesso parere **Arokoski et All** ⁽¹³⁾, i quali inoltre confermano che poiché le fibre profonde del multifido, responsabili della stabilità lombare, sono prevalentemente fibre di tipo I sono allenabili solo con bassi carichi di lavoro per aumentarne la resistenza.

La core stability è in stretta correlazione con la prevenzione e riabilitazione degli infortuni agli arti inferiori, infatti Il Core va a costituire il fulcro sul quale gli arti inferiori generano o resistono alle forze che vengono prodotte durante i movimenti. Numerosi muscoli che agiscono sull'articolazione del ginocchio e sulle regioni circostanti originano dalla regione lombo pelvica, quindi una perdita del controllo e del condizionamento della muscolatura del Core può incrementare le forze torsionali che agiscono sul ginocchio, soprattutto nella fase di atterraggio dopo salti, le quali possono portare a lesioni del legamento crociato anteriore (ACL).

Zazulak et All ⁽¹¹⁾ hanno infatti mostrato nei loro studi come un deficit propriocettivo della muscolatura Core può contribuire ad una minore attività neuromuscolare di controllo delle estremità inferiori che può portare ad un aumento dell'angolazione in valgo del ginocchio e un aumento dello stress a carico dei legamenti dell'articolazione.

A questo proposito sono molto importanti gli esercizi eseguiti su superfici instabili appunto per ridurre la probabilità di infortuni dell' ACL. Questi esercizi possono aumentare la capacità muscolare nel reagire a forze perturbanti applicate all'articolazione. Esporre un'articolazione a forze potenzialmente destabilizzanti può essere necessario per stimolare e incoraggiare

l'insorgenza di effettive reazioni neuromuscolari che portano a patterns di movimento compensatori che servono per proteggere appunto l'articolazione.

A questo scopo numerosi studi hanno dimostrato l'efficacia di tali esercizi eseguiti su superfici instabili. **Caraffa et All** ⁽¹¹⁾ hanno dimostrato una effettiva diminuzione degli infortuni all' ACL in giocatrici semiprofessionistiche e amatoriali di calcio che introducevano nel loro programma standard di allenamento esercizi su tavole oscillanti. Durante 3 stagioni agonistiche infatti solamente 10 interventi in artroscopia sono stati effettuati per lesioni dell' ACL nel gruppo che introduceva esercizi con tavole oscillanti, rispetto ai 70 interventi eseguiti nel gruppo di controllo che non utilizzava questi esercizi.

Fitzgerald et All ⁽¹⁴⁾ invece hanno valutato l'efficacia di aggiungere all'interno di un programma di riabilitazione post intervento all' ACL gli esercizi propriocettivi su tavolette oscillanti. A conclusione dello studio hanno valutato che le persone che introducevano questi esercizi avevano una probabilità 5 volte maggiore di tornare con successo ad una attività sportiva di alto livello. Questi esercizi per la Core Stability trovano indicazione per prevenire gli infortuni o per scopo riabilitativo soprattutto nei periodi di mesociclo postseason e offseason.

Un altro studio di **Nadler et All** ⁽¹¹⁾ ha invece sottolineato come gli atleti che hanno avuto un infortunio legamentoso o mostrano uno stato di overuse agli arti inferiori hanno una probabilità maggiore di richiedere trattamenti fisioterapici per Low Back Pain negli anni che seguono gli infortuni. In aggiunta a questo è stato dimostrato come altri fattori sono associati all'insorgenza di Low Back Pain, tra cui una diminuzione della endurance muscolare dei muscoli Core e un alterato metabolismo del tessuto muscolare.

La ricorrenza di Low Back Pain in atleti sia amatoriali che di alto livello è stata documentata in numerosi sport tra cui calcio, Golf, ginnastica, corsa, football, tennis e pallavolo. Infatti tra il 5% e il 15% di tutti gli infortuni sportivi è costituito da Low Back Pain ⁽¹¹⁾. La maggior parte degli infortuni sportivi collegati al rachide sono lesioni dei tessuti molli come strappi muscolari, distorsioni legamentose e lesioni al disco intervertebrale. Questi infortuni spesso sono correlati ad un deficit sia della propriocettività che della endurance dei muscoli Core e per questo impediscono all'atleta un training regolare e la partecipazione a competizioni. Gli infortuni al basso rachide inoltre sono molto frequenti e stanno diventando un problema in crescita, specialmente negli sport dove c'è un alta richiesta di sforzo a livello della colonna vertebrale,

come golf, pallamano, baseball, pallavolo, e canottaggio. A questo proposito è di fondamentale importanza un training specifico per i muscoli Core, soprattutto a scopo preventivo, questo perché appunto vi è una forte correlazione tra diminuzione del controllo neuromuscolare dei suddetti muscoli Core e la possibilità di avere infortuni.

Un'attivazione muscolare non bilanciata infatti può portare a una inappropriate rapporto tra forza muscolare e stiffness, aumentando in tal modo il carico sulla colonna e inducendo Low Back Pain e infortuni muscolo scheletrici. **Brown and McGill** ⁽¹¹⁾ hanno dimostrato come in condizioni di equilibrio statico la stiffness prodotta da un muscolo ha una funzione stabilizzante, mentre la sua forza può avere sia una funzione stabilizzante che destabilizzante, a seconda dell'orientamento muscolare rispetto all'articolazione. Considerando che il rapporto stiffness-forza muscolare non è lineare e una situazione in cui l'orientamento di un muscolo è tale che la sua tensione istantanea provoca una risultante destabilizzante sull'articolazione, c'è un livello critico di forza oltre il quale un qualsiasi aumento di forza diventa dominante rispetto al corrispondente aumento di stiffness, diminuendo quindi la potenzialità stabilizzante di un muscolo. **Comerford and Mottram** ⁽¹¹⁾ inoltre hanno documentato come ci sia una stretta connessione tra una diminuzione dell' imput proprioettivo, un alterato reclutamento dell'unità motoria e lo sviluppo di stati di dolore cronico. Perciò un deficit del controllo neuromuscolare può predisporre gli atleti sia a infortuni del rachide che degli arti inferiori.

Una ritardata risposta riflessa dei muscoli del tronco è perciò un fattore di rischio che sta alla base dell'insorgenza di infortuni al rachide basso negli sportivi. Per di più gli atleti con una storia cronica di Low Back Pain, continuano ad avere deficit di controllo motorio del tronco anche dopo il ricovero clinico e il ritorno al precedente livello di competizioni, aumentando così il rischio di intercorrere in successivi infortuni.

Hadala And Barrios ⁽⁶⁾ hanno cercato di analizzare invece l'effetto nella riduzione degli infortuni sportivi dopo l'applicazione di differenti strategie fisioterapiche di prevenzione durante i periodi di competizione di un equipaggio dell' America's Cup. Sono arrivati alla conclusione che l'implementazione di un programma fisioterapico, il quale comprendeva anche esercizi per la Core Stability, diminuiva sostanzialmente l'incidenza degli infortuni, anche se però non sono riusciti ad analizzare l'effetto delle singole strategie terapeutiche effettuate.

La Core Stability nel miglioramento della performance sportiva

Oltre alla funzione locale di stabilizzazione e di generazione della forza, L'attività del Core è strettamente correlata in molte attività sportive che comprendono il movimento delle estremità come la corsa, il nuoto, il calcio, il tennis. Siccome come detto il Core è centrale in tutte le catene cinematiche delle attività sportive, il controllo della forza, dell'equilibrio e del movimento del Core può ottimizzare la funzionalità di tutte le catene cinematiche che comprendono le estremità inferiori e superiori.

Pochi studi sono stati effettuati nell'indagare le reali implicazioni tra miglioramento della performance sportiva e allenamento della Core Stability, e i pochi che sono stati effettuati nella maggior parte dei casi non presentano una potenza statistica sufficiente. Rimane un'opinione comune tra i vari autori, come sottolineato da **Borghuis et All** ⁽¹¹⁾, che il controllo senso-motorio svolge un ruolo fondamentale nella performance della Core Stability, anche se non sono ancora stati effettuati sufficienti studi che vanno a dimostrare la relazione che c'è tra questo fattore e la performance sportiva.

Per esempio **Stanton et All** ⁽²⁵⁾ non hanno trovato una relazione positiva tra Core Stability e performance nel running né misurando la massima captazione dell'ossigeno durante la corsa né misurando un possibile miglioramento della postura durante il treadmill running test, dopo un training strutturato con esercizi sulla Swissball.

Altri autori al contempo hanno effettuato studi che hanno trovato limitate correlazioni tra Core Stability e performance del gesto sportivo o non hanno trovato adeguate misure di valutazione o misure di Outcomes. **Nesser et All** ⁽⁸⁾ hanno testato 29 giocatori di football di I divisione misurando sia gesti atletici sport specifici sia la forza-endurance dei muscoli Core. È opinione degli autori che il Core Training è necessaria per un ottimale performance sportiva e non può essere esclusa da nessun programma di allenamento, ma allo stesso tempo gli stessi non sono riusciti a trovare la reale efficacia sport specifica del Core training e sottolineano la necessità di trovare un test specifico per valutare tale correlazione. **Abt et All** ⁽¹⁵⁾ analizzando invece 15 ciclisti professionisti sono arrivati alla conclusione che il miglioramento della Core Stability e endurance potrebbe promuovere un migliore allineamento delle estremità inferiori creando

una base stabile dalla quale i ciclisti possono generare la forza delle loro pedalate. Inoltre sottolineano che la stanchezza dei muscoli Core provoca una meccanica della pedalata alterata che può portare a infortuni muscolo scheletrici. Purtroppo anche questo studio manca di potenzialità statistiche necessarie a renderlo uno studio di alta qualità.

Un altro studio interessante, essendo un RCT, è stato effettuato da **Thompson et All** ⁽¹⁵⁾. Gli autori hanno randomizzato 18 giocatori maschi di golf in due gruppi destinando 11 di questi al primo gruppo sottoposto a training funzionale e assegnando i rimanenti 7 al gruppo di controllo. I giocatori del primo gruppo sono stati sottoposti ad un training funzionale progressivo di 8 settimane che includeva esercizi di flessibilità, esercizi per la Core Stability, esercizi di equilibrio e di resistenza. Gli autori sono giunti alla conclusione che il primo gruppo rispetto al gruppo di controllo migliorava la massima velocità dello swing, però non sono riusciti a trovare la reale efficacia delle singole terapie proposte prese singolarmente.

Al contrario rispetto agli studi descritti precedentemente ne sono stati effettuati degli altri negli ultimi anni che hanno trovato maggiori correlazioni tra allenamento della Core Stability e performance sportiva. In uno studio recente effettuato da **Filipa et All** ⁽²⁾ è stato studiato l'effetto di un training neuromuscolare sulla performance in un test specifico come lo Star Excursion Balance Test (SEBT). Sono state analizzate 20 giocatrici di calcio non infortunate, delle quali 13 sono state inserite nel gruppo sperimentale ed hanno effettuato un training neuromuscolare (NMPT), composto da esercizi per la Core Stability e rafforzamento delle estremità inferiori, e 7 inserite invece nel gruppo di controllo. Le giocatrici inserite nel gruppo NMPT hanno migliorato la performance nello SEBT, però non sono state effettuate distinzioni tra l'efficacia dei due interventi che componevano il training neuromuscolare. Lo studio comunque lascia buoni spunti visto che rispetto agli studi precedenti dove venivano effettuati diversi interventi terapeutici, in questo studio il training neuromuscolare era composto da soli due interventi terapeutici.

Saeterbakken et All ⁽¹⁾ invece hanno studiato gli effetti di un' allenamento incentrato sulla Core Stability sulla massima velocità di lancio in un gruppo di giocatrici di Pallamano. Sono state analizzate 24 giocatrici femmine di Pallamano, delle quali 14 sottoposte a Core Stability Program e 10 inserite invece in un gruppo di controllo. Il programma di Core Stability era costituito da movimenti in catena cinetica chiusa su superfici instabili. Gli autori sono giunti alla

conclusione che le giocatrici inserite nel primo gruppo miglioravano significativamente la massima velocità di lancio dopo l'esecuzione del Core Stability Training.

Forse lo studio più significativo nel settore della Core Stability, essendo un RCT, in relazione alla Performance sportiva risulta quello effettuato da **Sato and Mokha**⁽⁵⁾. Gli autori hanno analizzato 28 corridori, 10 uomini e 18 donne, suddivisi in 2 gruppi di 14 persone. Il primo gruppo è stato sottoposto a Core Strenght Training (CST) della durata di 6 settimane, mentre il secondo gruppo costituiva il gruppo di controllo. Questo studio ha dimostrato che un programma di CST ha un importante ruolo nel migliorare la performance sportiva nel running da un punto di vista della preparazione fisica, grazie ad un miglioramento della forza dei muscoli Core. Inoltre il gruppo CST è diventato più cosciente della posizione del corpo durante la corsa da quando hanno scoperto l'importanza di avere una buona postura durante il suddetto gesto atletico, anche se non sono state trovate relazioni tra CST e la cinematica della corsa.

Core Stability Training

Come precedentemente enunciato l'allenamento della Core Stability ha delle forti basi teoriche sia nella prevenzione degli infortuni che nel miglioramento della performance sportiva. Tuttavia però sono pochissimi gli studi che vanno a identificare precisi programmi di training nell'ambito sportivo e sono numerosi gli autori che sottolineano l'importanza di effettuare ricerche in questo ambito, soprattutto per andare a identificare i reali effetti dell'allenamento della muscolatura Core nello sport.(4-7)

Interessanti in questo settore sono le raccomandazioni cliniche date recentemente da **behm et All**⁽³⁾. Gli autori sottolineano l'importanza di utilizzare condizioni instabili per allenare la muscolatura Core sia in situazioni atletiche che non atletiche. Suggeriscono infatti che l'utilizzo di un training di resistenza con superfici instabili associato a carichi di lavoro bassi e velocità di esecuzioni lente, può svolgere un importante ruolo all'interno di un programma di allenamento periodizzato. gli stessi concetti vengono evidenziati da **Willardson**⁽¹⁴⁾ il quale ha sottolineato come l'utilizzo di una superficie instabile quale la Swiss Ball sia raccomandata in sport come il

nuoto dove non vi sono basi di supporto. Nel nuoto infatti il Core diventa il punto di riferimento per tutti i movimenti non essendoci basi solide per il movimento

Un altro spunto interessante è stato dato inoltre da **Omkar et All** ⁽⁷⁾ nel loro studio effettuato per analizzare le relazioni tra allenamento della muscolatura Core e le posizioni dello Yoga. Gli autori affermano che lo yoga può essere utilizzato per allenare la muscolatura Core con un programma appropriato soprattutto per il fatto che le tecniche dello Yoga sono strutturate con un livello crescente di difficoltà. Gli autori hanno selezionato alcune posizioni dello Yoga che vanno a reclutare maggiormente muscoli come il trasverso dell'addome e il multifido e hanno posto l'attenzione sul fatto che una conoscenza approfondita di queste tecniche sta alla base del miglioramento dei muscoli Core.

COMMENTO

La ricerca effettuata sull'argomento trattato ha portato alla luce numerosi articoli che mettono in risalto i concetti riguardanti le correlazioni tra Core Stability e sport. Sono numerosi gli autori infatti che hanno posto l'attenzione sul descrivere l'importanza del training della Core Stability sia per quanto riguarda l'endurance, correlata principalmente alla prevenzione degli infortuni, sia per l'aspetto della forza, potenza e controllo del gesto sportivo, per quanto riguarda il miglioramento della performance sportiva.

Il notevole interesse dimostrato dai ricercatori e i numerosi libri e Journal Article pubblicati sull'argomento sottolineano che sussiste una forte base teorica sull'argomento, dovuta anche principalmente al fatto che esistono numerose pubblicazioni scientifiche che sottolineano l'importanza della Core stability nel prevenire l'insorgenza e le recidive di numerose patologie, al centro delle quali sta certamente il Low Back Pain. Dall'analisi degli articoli selezionati però non riusciamo a trovare una corretta relazione tra le suddette basi teoriche e la clinica nell'ambito sportivo.

Nel settore della prevenzione degli infortuni sportivi abbiamo numerose pubblicazioni scientifiche e Review, le più recenti delle quali sono state dettagliatamente analizzate, che sottolineano l'importanza di inserire nei programmi di allenamento esercizi propriocettivi con l'obiettivo di migliorare il controllo neuromuscolare sul tronco e sulle estremità inferiori. Questo fattore infatti permette all'atleta di affrontare al meglio perturbazioni esterne al movimento, come il fatto di appoggiare i piedi su superfici non omogenee, e di evitare infortuni legamentosi soprattutto a livello del ginocchio principalmente a carico del legamento Crociato Anteriore (ACL).

Gli studi condotti in questa direzione hanno portato a buoni risultati però non sono stati analizzati a fondo i vari fattori che contribuiscono alla stabilità, come per esempio il fatto di non distinguere il contributo dato dai muscoli del tronco e quello dato dai muscoli dell'anca, e nel particolare il contributo dato da ogni singolo muscolo.

Nello stesso settore un altro fattore emerso dagli studi analizzati è il fatto che finora i ricercatori, seppur raggiungendo buoni risultati, non sono riusciti a distinguere in un

programma fisioterapico di prevenzione degli infortuni, il contributo dato dai singoli interventi riabilitativi, come per esempio l'effetto dato dal training della Core Stability da quello dato da un semplice programma di stretching muscolare.

Un altro fattore interessante analizzato nello studio degli articoli selezionati è la correlazione che sussiste tra Core Stability e miglioramento della performance sportiva. Anche in questo ambito sono stati trovati numerosi articoli che sottolineano basi teoriche sull'importanza del training della Core Stability per migliorare la prestazione agonistica, soprattutto perché un migliore controllo del tronco assicura uno sviluppo di forza maggiore alle estremità e una corretta trasmissione di forze tra arti superiori e arti inferiori.

Gli studi non possono essere standardizzati per la loro bassa potenza statistica e soprattutto per il motivo che sono strettamente sport specifici, per cui i pochi studi che presentano risultati significativi non possono essere generalizzati per altri sport.

L'unico fattore positivo sembrerebbe il fatto che con il passare degli anni gli studi presentano una maggiore peculiarità nell'implementazione di programmi di training della Core Stability, distinguendoli da altri tipi di interventi fisioterapici. L'aspettativa quindi resta quella di tentare di isolare gli esercizi Core, da altre modalità terapeutiche, in studi futuri per analizzarne la corretta efficacia.

Dall'analisi degli studi rimane aperta un'ulteriore questione e cioè quali programmi di esercizi per la Core Stability sono i più adatti ad essere applicati. Anche in questo settore sono numerose le proposte che vengono consigliate, dall' uso di Swiss Ball, di pedane vibranti fino all'utilizzo di tavolette oscillanti. L'unico fattore comune tra le varie proposte rimane il principio di utilizzare superfici instabili per allenare le componenti senso-motorie del movimento migliorando il controllo del gesto atletico.

In conclusione, l'argomento discusso suscita notevole interesse tra i vari autori, probabilmente per le possibili implicazioni nel campo clinico e dell'allenamento. Sono necessarie però ulteriori ricerche per andare ad individuare specifici programmi di training della Core Stability correlate soprattutto al miglioramento della performance sportiva. Queste ricerche inoltre devono includere programmi di esercizi standardizzati e soprattutto devono essere applicabili a sport differenti o almeno a sport che sono simili sotto il profilo del gesto tecnico.

KEY POINTS

- Il concetto di Core Stability applicato allo sport ha notevoli basi teoriche e numerosi autori che ne sostengono l'efficacia e le potenzialità sia nella prevenzione degli infortuni che nel miglioramento della performance sportiva.
- Alcuni studi notano come una minor attività di controllo dei muscoli Core sul movimento sia strettamente correlata a possibili infortuni soprattutto a carico dei legamenti del ginocchio ed in particolare al Legamento Crociato Anteriore. Manca però una identificazione chiara su quali precisi muscoli siano adibiti a questa funzione e quali gruppi muscolari sono maggiormente coinvolti.
- Sono stati pubblicati molti articoli che cercano di definire la correlazione tra Core Stability e miglioramento della performance sportiva. Sono pochi gli studi però che giungono a conclusioni significative e spesso sono sport-correlati.
- Non è stata ancora identificata una corretta implementazione terapeutica degli esercizi per i muscoli Core. Sembrerebbe però che l'utilizzo di superfici instabili aiuti a migliorare il controllo senso-motorio sul movimento, principio fondamentale che sta alla base della Core Stability.
- Sembrerebbe che gli sport a catena cinetica aperta, come il nuoto, siano strettamente correlati con la Core Stability, infatti i muscoli Core in questi casi svolgono una maggiore funzione di generazione e di controllo del movimento.
- Nell'ambito della ricerca scientifica è alto l'interesse sull'argomento trattato. Si auspica che in futuro vengano raggiungi risultati significativi che siano di linea giuda per gli operatori del settore a tutti i livelli.

BIBLIOGRAFIA

(1) A.H. Saeterbakken, R.V.D. Tillaar, S. Seiler

Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players

Journal of Strength and Conditioning Research. 25(3)/712-718, 2011

(2) Filipa, R. Byrnes, M.V. Paterno, G.D. Myer, T.E. Hevett

Neuromuscular Training Improves Performance on the Star Excursion Balance Test in Young Female Athletes

Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy. 40(9):551-8, 2010 September.

(3) D.G. Behm, E.J. Drinkwater, J.M. Willardson, P.M. Cowley

Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the Core in Athletic and Nonathletic Condition

Applied physiology, nutrition and metabolism 35 (1):109-12, 2010 February

(4) C. Asplund, M. Ross

Core Stability and Bicycling

Current Sports Medicine Reports. 9(3): 115-60, 2010 May-Jun.

(5) K. Sato, M. Mokha

Does Strength training Influence Running Kinetics, Lower-Extremity Stability, and 5000-m Performance in Runners?

Journal of Strength and Conditioning Research 23 (1)/133-140, 2009

(6) M. Hadala, C. Barrios

Different Strategies for Sports Injury Prevention in an American's Cup Yachting Crew

Medicine and Science in Sport and Exercise. 0095-9131/09/4108-1587/0, 2009.

(7) S.N. Omkar, Ph.D., S. Vishwas, B.Tech.

Yoga Techniques as a means of Core Stability Training

Journal of Bodywork ND Movement Therapist. 13. 98-103, 2009.

(8) T. W. Nesser, K. C. Huxel, J. L. Tincher, T. Okada

The Relationship Between Core Stability and Performance in Division I Football Players

Journal of Strength and Conditioning Research, 22(6)/1750-1754, 2008.

- (9) A. E. Hibbs, K. G. Thompson, D. French, A. Wrigley, I. spears
Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength
Sport Medicine. 38 (12) : 995-1008, 2008
- (10) K. Steffen, G. Myklebust, O.E. Olsen, I. Holme, R. Bahr
Preventing Injuries in Female Youth Football
Scandinavian Journal of Medicine and Science In Sports 18(5): 605-14, 2008 October
- (11) J. Borghuis, L. Hof, K. A.P.M. Lemmink
The importance of sensory-motor control in providing Core Stability
Sport Medicine. 38 (11): 893-916. 2008
- (12) V. Akuthota, A. Ferreiro, T. Moore, M. Fredericson
Core Stability Exercise Principles
Current Sports medicine Reports 7 (1) : 39-44, 2008 February
- (13) B. Krabak, MD, MBA and D.J. Kennedy, MD
Functional Rehabilitation of Lumbar Spine Injuries in the Athlete
Sports medicine and arthroscopy review. 16 (1): 47-54, 2008 March
- (14) J.M. Willardson
Core Stability Training: Application to Sport Conditioning Program
Journal of strength and conditioning Research. 21 (3): 979-85, 2007 August
- (15) J.P. ABT, J.M. Smoliga, M.J. Brick, J.T. Jolly, S.M. Lephart, F.H. Fu
Relationship Between Cycling Mechanics and Core Stability
Journal of Strength and Conditioning Research 21((4):1300-4, 2007 November.
- (16) C.J. Thompson, K.M Cobb, J. Blackwell
Functional Training Improves Club Head Speed and Functional Fitness in Older Golfers
Journal of Strength and Conditioning Research 21(1):131-7, 2007 February
- (17) V. Akuthota, MD, Scott F., Nadler, DO
Core Strengthening
Instructional Course Lectures. 56:379-84, 2007.
- (18) Zazulak et All
The Effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study
Sport Medicine. 35 (3):368-73, 2007

- (19) Zazulak et All
Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical - epidemiologic study
Sports Medicine. 35(7): 1123-30, 2007.
- (20) W.B. Kibler, J. Press, A. Sascia
The Role of Core Stability in Athletic Function
Sports Medicine. 36 (3): 189-98, 2006.
- (21) J.D. Wilson, C.P. Dougherty, M.L. Ireland, I.M. Davis
Core Stability and Its Relationship to Lower Extremity Function and Injury
Journal of American Academy of Orthopedic Surgeons. 13(5): 316-25, 2005 September.
- (22) Anderson and Behm
The impact of instability resistance training on balance and stability
Sports Medicine 35(1):43-53, 2005
- (23) L.S. Bliss, P. Teeple
Core Stability: the Centrepiece of any Training Program
Current Sports medicine Reports. 4 (3):179-83, 2005 January.
- (24) Brown and McGill
Muscle force-stiffness Characteristics influence joint stability: a spine example
Clinical Biomechanics. 20 (9):917-22, 2005
- (25) R. Stanton, P.R. Reaburn, B. Humphries
The Effect of Short-Term Swiss Ball Training on Core Stability and Running Economy
Journal of Strength and Conditioning Research 18(3):522-8, August 2004
- (26) D.T. Leetun, M.I. Ireland, J.D. Willson, B.T. Ballantyne, I.M. Davis
Core Stability Measures as Risk Factors for Lower Extremity Injuries in Athletes
Medicine and Science in Sports Exercise 36(6):926-34, 2004 January
- (27) McGill et All
Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine
Journal of Electromyography and Kinesiology. 13:353-359, 2003
- (28) Comerford and Mottram
Movements and stability function: contemporary developments
Manual Therapy. 6(1):336-41, 2001

(29) McGill et All

Low back Stability: from formal description to issue for performance and rehabilitation

Exercise Sport Science Rev. 29(1):26-31, 2001

(30) Fitzgerald et All

The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals

Physical Therapiy. 80:128-140, 2000

(31) Nadler et All

Low Back Pain in college athletes: a prospective study correlating lower Extremity overuse or acquired ligamentous laxity with low back pain

Spine 23(7):828-33, 1998

(32) Check, p.

Swiss Ball exercise for swimming, soccer and basketball.

Spoart Coach. 21(4):12-13, 1999

(33) Caraffa et All

Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: a prospective study of proprioceptive training

Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopic. 4 (1): 19-21, 1996