



Università degli Studi di Genova
Facoltà di Medicina e Chirurgia
**Master in Riabilitazione dei disordini muscolo
scheletrici**

**Il controllo motorio e la stabilizzazione attraverso
l'esercizio terapeutico: quali prove di efficacia nel
paziente lombalgico?**

Relatore: dr. Francesco Serafini

Candidato: dr. Filippo Codazzi

Anno Accademico 2007-2008

Indice

Abstract.....	2
Introduzione.....	3
Criteri di selezione degli articoli.....	5
RCT.....	6
Systematic Review.....	8
Studi esclusi.....	11
Evidenze sul concetto di stabilità.....	12
Evidenze sull'esercizio.....	15
Studi sull'esercizio di stabilizzazione.....	17
Revisioni sistematiche.....	24
Conclusioni.....	27
Bibliografia.....	28

Abstract

L'argomento di questo lavoro tratta delle prove di efficacia degli esercizi di stabilizzazione per i pazienti con LBP.

A tale scopo ho eseguito una ricerca su Medline utilizzando come parole chiave:

- low back pain and therapeutic stabilization exercise
- low back pain and neuromuscular control
- low back pain and lumbar stabilization

includendo nella ricerca randomized clinical trials, clinical trials e revisioni sistematiche che fossero in lingua inglese, compresi nel periodo 2000-2008 e che avessero particolare riferimento alle problematiche della stabilizzazione lombo pelvica.

Ho escluso lavori antecedenti il 2000, che non trattassero specificamente di stabilizzazione vertebrale e di cui non fosse disponibile il full text.

Vi è abbastanza accordo sui criteri per valutare l'instabilità lombare e ci sono numerose evidenze che dimostrano il coinvolgimento dei muscoli stabilizzatori nel mantenimento di determinate posture e nello svolgimento di alcune attività con ricadute teoriche e pratiche sulla clinica.

A livello di efficacia i protocolli testati nel trattamento del LBP aspecifico con gli esercizi di stabilizzazione dimostrano a tutt'oggi deboli evidenze se paragonati ad altri trattamenti attivi.

Tuttavia rappresenta sicuramente un filone di ricerca da seguire con attenzione, esaminando protocolli più specifici e riferiti a sottogruppi di pazienti con la verosimile aspettativa di ulteriori evidenze a supporto.

Introduzione

Negli anni settanta i ricercatori iniziano a descrivere il concetto di stabilità spinale, teorizzando che il danneggiamento ed il dolore potrebbero essere causati da una graduale degenerazione delle articolazione e dei tessuti molli dopo ripetuti microtraumi, causati da uno scarso controllo delle strutture spinali.

I più recenti studi, basati su un approccio multidisciplinare al problema, hanno portato allo sviluppo di un modello che prende in esame le varie componenti che concorrono alla stabilità lombare.

Una stabilità ottimale deve rispondere ad ogni necessità di carico attraverso una adeguata compressione articolare che si realizza quando il sistema passivo (articolazioni, capsule, legamenti), il sistema attivo (muscoli e tendini) ed il controllo motorio lavorano, in sinergia.

Successivamente allo sviluppo di questa teoria è apparso chiaro che la stabilità è un processo dinamico che include sia posture statiche che movimenti controllati.

Un' adeguata approssimazione delle superfici articolari è quindi il risultato di tutte le forze che agiscono attraverso l'articolazione e quindi la capacità di trasferire il carico attraverso le articolazioni richiede:

1. l'integrità dell'osso, delle articolazioni , e dell'apparato capsulolegamentoso (forme closure)
2. la capacità dei muscoli di contrarsi in maniera tonica e prolungata (force closure)
3. la capacità dei muscoli di contrarsi in maniera coordinata (motor control)
4. un'appropriato controllo neurale che, sulla base dell'integrazione sensomotoria (cioè la capacità di integrare le afferenze provenienti dai meccanocettori delle articolazioni e dei tessuti molli periarticolari mettendole in relazione con la risposta motoria), coordina tutti i patterns di movimento.

Le suddette caratteristiche vanno sempre integrate con la sfera psicologica ed

emotiva del paziente, con le sue convinzioni e la sua consapevolezza del problema, il suo vissuto familiare, lavorativo, extra-lavorativo passato e presente in quello che è definito quindi il modello bio-psico-sociale.

Tuttavia il concetto che i tre sistemi (passivo, attivo e di controllo) devono integrarsi perfettamente è alla base di questo modello.

Se il controllo motorio è inadeguato ci potrà essere un aumento o una diminuzione della compressione a livello articolare, ma in entrambi i casi le afferenze saranno alterate, e conseguentemente sarà alterata la risposta motoria.

Un aumento della compressione articolare nel lungo periodo porterà ad una degenerazione e quindi ad osteoartrosi mentre una diminuzione della medesima porterà a cedimenti, sensazioni di “giving way” e quindi instabilità.

Il miglior trattamento dovrebbe evidenziare effetti clinicamente rilevanti e che si mantengono a lungo nel tempo. Dovrebbe inoltre, essere facilmente praticabile da parte del clinico, con un basso costo ed avere una plausibilità biologica.

L'obiettivo di questo lavoro è valutare l'efficacia degli esercizi di stabilizzazione nel trattamento del dolore e nel miglioramento della disabilità in pazienti affetti da lombalgia aspecifica.

Non intendo entrare nel merito della discussione per quanto riguarda la modalità di esercizio che si differenzia da un generico potenziamento della muscolatura del tronco come descritto da Richardson at al. [1] ed O'Sullivan at al. [2], ma intendo riportare i risultati di alcuni studi e revisioni sistematiche che confrontano la pratica della stabilizzazione ad altri approcci.

Criteria di selezione degli articoli

Ho incluso in questa selezione randomized clinical trials, clinical trials, systematic review e Meta-Analysis, che mettersero in evidenza l'efficacia dell'esercizio di stabilizzazione nel paziente con lombalgia aspecifica.

Per effettuare questa revisione ho utilizzato Medline cercando con le seguenti parole:

- low back pain and therapeutic stabilization exercise
- low back pain and neuromuscular control
- low back pain and lumbar stabilization

Ho utilizzato i seguenti filtri:

- articoli in lingua inglese
- clinical trials
- randomized clinical trials
- systematic review
- meta-analysis

Ho escluso dalla ricerca

- Studi non inclusi nel periodo 2000-2008
- Studi di cui non fosse disponibile il full text
- Studi che non trattassero specificatamente dell'esercizio di stabilizzazione e delle prove di efficacia nel paziente con lombalgia aspecifica

RCT

Titolo autore e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
<p>Supplementation of General Endurance Exercise with Stabilisation Trainnig versus General Exercise only Phy siological and Functional Outcomes of a Randomised Controlled Trial of patients with recurrent low back pain. George A Koumantakis, Paul J Watson, Jacqueline A Oldham <i>Clinical Biomechanics</i> 20 (2005) 474-482</p>	<p>RCT Valutare l'utilità di aggiungere specifici esercizi di stabilizzazione ad un programma più generale di esercizi di potenziamento della muscolatura del tronco.</p>	<p>55 pazienti con LBP ricorrente</p>	<p>29 pazienti sottoposti ad esercizi di stabilizzazione + esercizi specifici e 26 sottoposti solo ad esercizi specifici</p>	<p>Gli esercizi di stabilizzazione non sembrano dare maggiormente beneficio di un programma di esercizi generale in pazienti con LBP acuto o cronico.</p>
<p>Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercise and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. Cairns, Myndy C, Foster, Nadine E. <i>Spine</i> 31(19), 1 september 2006, pp E670-E681</p>	<p>Valutare l'efficacia di aggiungere un programma di stabilizzazione alla fisioterapia convenzionale in pazienti con LBP ricorrente in U.K.</p>	<p>97 pazienti compresi tra i 18 e i 60 anni di età con lbp ricorrente</p>	<p>Il primo gruppo trattato(MT+esercizi generali) il secondo gruppo trattato (fisioterapia convenzionale e stabilizzazione) misure di outcome usate sono lateralità del sintomo, durata del sintomo, RMDQ. Follow-up a 6 e 12 mesi. Ad entrambi i gruppi è stato distribuito The Back Book.</p>	<p>Non ci sono differenze significative nella diminuzione della intensità di dolore e di miglioramento della qualità della vita tra i due gruppi. Incremento medio nel gruppo di stabilizzazione specifica nella RMDQ di 5.1(95%intervallo di confidenza da 6.3 a 3.9)mentre nel gruppo di fisioterapia convenzionale 5.4(95% intervallo di confidenza da 6.5 a 4.2).</p>

Titolo e autori e anno	Tipo di Studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
<p>A Randomized clinical trial comparing two physiotherapy interventions for chronic low back pain. Lewis, Jeremy S, Hewitt, Jane S., Billington, Lisa Bsc Spine 30(7), 1 April 2005, pp 711-721</p>	<p>Evidenziare l'efficacia clinica tra intervento individualizzato ed intervento a gruppi per pazienti con LBP.</p>	<p>80 Soggetti con LBP cronico da più di tre mesi divisi in due gruppi.</p>	<p>Il primo gruppo è stato trattato mediante intervento in gruppi da dieci soggetti mediante intervento in palestra condotto da 3 fisioterapisti di rinforzo generale più terapia manuale ed esercizi di stabilizzazione. Il secondo gruppo è stato trattato con trenta minuti di terapia manuale e stabilizzazione.</p>	<p>Entrambi i gruppi hanno migliorato, diminuendo di circa 15 punti il risultato nella QDQ Quebec Disability Questionnaire. Tuttavia gli autori riportano minori miglioramenti a 12 mesi dal trattamento nel gruppo di trattamento non individuale. Mentre il miglioramento percepito dal paziente sembra essere allineato in entrambi li studi. Certamente il costo del trattamento individuale è maggiore.</p>
<p>The effect of motor control exercise versus placebo in patients with chronic low back pain. <i>Chris G Maher, Jane L, Paul Hodges, Kathryn M Refshauge, G Moseley, Robert D Herbert, Leonardo OP Costa and McAuley J Musculoskeletal Disorders 2005, 6:54</i></p>	<p>Protocollo di studio per un RCT che confronta esercizio di stabilizzazione e placebo per lombalgia cronica aspecifica</p>	<p>154 partecipanti in totale</p>	<p>Metà dei partecipanti trattati con placebo ultrasuono disattivato l'altra metà con un protocollo di stabilizzazione definito da vari autori tra i quali O'Sullivan</p>	<p>Saranno pubblicati appena disponibili.</p>
<p>Stabilizing training compared with manual treatment in sub-acute and chronic low back pain. <i>E. Rasmussen-Barr, L. Nilsson-Wikmar, I Arvidsson Manual Therapy (2003) 8 (4), 233-241</i></p>	<p>Comparare gli effetti dell'esercizio di stabilizzazione al trattamento manuale in pazienti con LBP sub-acuto e cronico.</p>	<p>46 pazienti suddivisi in due gruppi di trattamento: stabilizzazione(ST group) e trattamento manuale (MT group).</p>	<p>I pazienti si sono sottoposti una volta per settimana a 6 settimane di trattamento. Il livello di dolore e quello funzionale sono stati valutati prima del trattamento, dopo il trattamento ed a 3 e 12 mesi dall'intervento.</p>	<p>Nel breve termine non ci sono sostanziali differenze tra i due gruppi nelle misure di outcome utilizzate; mentre mentre nel lungo termine ST group ha dimostrato di avere meno bisogno di ulteriori trattamenti ed i miglioramenti sono stati maggiori.</p>

Systematic review

Titolo autore e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
<p>Stabilisation exercise for low back pain: a systematic review. <i>Stephen May, Ros Johnson</i> <i>Physiotherapy 2008</i> <i>In press</i></p>	<p>Systematic review, esaminare la letteratura per determinare se gli esercizi di stabilizzazione sono efficaci nel trattamento dei pazienti con lbp</p>	<p>18 trials</p>	<p>A causa della eterogeneità degli studi riguardo a popolazione, misure di outcome, gruppi di controllo e follow-up, non è stata condotta metanalisi, ma piuttosto una analisi qualitativa dei trials.</p>	<p>Ci sono alcune evidenze che supportano l'efficacia degli esercizi di stabilizzazione per pazienti con LBP cronico tra i trials di maggiore qualità; tuttavia le evidenze sono contraddittorie nel senso che, sono maggiori quando il gruppo di controllo sono trattamenti inattivi, rispetto ad altre metodiche attive. Stabilizzazione quindi non più efficace di altri interventi attivi.</p>
<p>Exercise therapy for low back pain: A narrative review of the literature. <i>Kristopher Keller</i> <i>Spring 2006 number 1 volume 5</i> <i>Journal of chiropratic medicine.</i></p>	<p>Discussione riguardante la letteratura sulle prove di efficacia di vari tipi di esercizio terapeutico per il LBP.</p>	<p>23 RCT pubblicati dal 1993 al 2004 e 5 revisioni della letteratura pubblicate tra il 2000 ed il 2002.</p>		<p>Recenti studi hanno utilizzato un approccio individualizzato, a seconda della direzione del dolore e funzionale al problema del LBP; tenendo conto, delle caratteristiche muscolari del paziente ed aumentando la stabilizzazione della zona neutra. Questo approccio da una risposta clinica positiva sia nei pazienti acuti che in quelli cronici dopo 6 sedute svolte in due settimane ed il beneficio perdura fino a tre anni dopo l'intervento.</p>

Titolo, autore e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
<p>Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. <i>Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW</i> <i>Cochrane Database of Systematic Reviews 2005, Issue 3.</i></p>	<p>Systematic review, a lo scopo di valutare l'efficacia degli esercizi di stabilizzazione per la terapia del lbp in pazienti adulti acuti, sub acuti e cronici paragonati al non trattamento o ad altri trattamenti conservativi.</p>	<p>6390 partecipanti provenienti da 11 trials con pazienti acuti, 6 subacuti, 43 cronici, 1 non chiaro. 61 rct complessive</p>	<p>Questa review riflette i limiti della letteratura, inerenti alla bassa qualità degli studi alla eterogeneità delle misure di outcome, descrizioni povere ed incoerenti, e possibile parzialità degli autori.</p>	<p>Nel paziente cronico appare significativa evidenza, nella riduzione del dolore e miglioramento della funzione, soprattutto nell'ambito di cure sanitarie. Per i sub acuti c'è evidenza che l'esercizio riduca l'assenteismo dal lavoro, mentre in fase acuta non ci sono differenze con altri trattamenti o il non trattamento.</p>
<p>Lumbar Stabilization: Core concepts and Current Literature, Part 1. <i>Barr, Karen, Griggs, Miriam, Cadby, Todd A.J of Physical Medicine & Rehabilitation Volume 84(6), June 2005,pp 473-480</i></p>	<p>Systematic review, che contiene una revisione dei concetti di stabilizzazione lombare e di come l'instabilità può portare danneggiamento e dolore, con un focus sulle modificazioni della muscolatura stabilizzatrice nei soggetti affetti da lombalgia, e come secondo la letteratura ci siano prove di efficacia per la stabilizzazione.</p>	<p>Non specificato</p>	<p>Discussine sulle prove di efficacia per quanto riguarda gli esercizi di stabilizzazione.</p>	<p>Gli esercizi di stabilizzazione hanno avuto successo in piccoli studi; in più la ricerca mostra che buoni risultati possono essere ottenuti proponendo esercizi a basso carico ben tollerati dai pazienti, con un significativo aumento della compliance anche la prognosi sarà migliore.</p>
<p>Lumbar Stabilization: Core concepts and Current Literature, Part 2. <i>Barr, Karen, Griggs, Miriam, Cadby, Todd A.J of Physical Medicine & Rehabilitation Volume 86(1), January 2007, pp 72-80.</i></p>	<p>Systematic review, per verificare l'efficacia degli esercizi di stabilizzazione e per descrivere un approccio clinico evidence-based al problema.</p>	<p>25 RCT</p>	<p>Discussione su quali sono secondo la letteratura i criteri clinici per determinare i deficit nel paziente con LBP utili nella prescrizione di piani di trattamento adeguati.</p>	<p>Molti studi hanno verificato che gli esercizi di stabilizzazione sono efficaci nel ridurre il dolore e migliorare la disabilità. Una corretta anamnesi ed un buon esame obiettivo possono determinare quali pazienti avranno più beneficio, dal trattamento di stabilizzazione, inoltre una corretta educazione del paziente rispetto la sua situazione, alla prognosi ed al perchè sono stati prescritti tali esercizi potrebbe aumentare la compliance.</p>

Titolo, autore e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
Expert Opinion and Controversies in Musculoskeletal and Sports Medicine: Core Stabilization as a Treatment for Low Back Pain. <i>Christopher J. Standaert, MD, Stanley A. Herring, MD.</i> <i>Physical Medicine Rehabilitation vol. 88, December 2007 pp 1734-36.</i>	Revisione narrativa della letteratura. Discutere della letteratura che tratta di stabilizzazione per low back pain.		Opinione di esperti medici sulla qualità degli studi attualmente in letteratura.	Non ci sono indicazioni in letteratura per quanto riguarda la posologia di trattamento, per ottenere benefici clinici. Ci sono numerosi protocolli di esercizi di stabilizzazione ma non c'è evidenza su quali siano i migliori. Un programma individualizzato volto a mantenere attivi e che tenga conto dei bisogni funzionali della persona sembra essere consigliabile, nel contesto di un allenamento fisico complessivo.

Titolo autore e anno di pubblicazione	Motivo dell'esclusione
<p>Exercise Therapy for Low Back Pain: A Systematic Review Within the Framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group van Tulder, Maurits PhD*; Malmivaara, Antti MD, PhD+; Esmail, Rosmin MSc++; Koes, Bart PhD[S] ; <i>Spine Volume 25(21), 1 November 2000, pp 2784-2796</i></p>	<p>Revisione che include trials riguardanti back abdominal strengthening, McKenzie, Williams, ed altri approcci ma non la stabilizzazione.</p>
<p>Systematic review of conservative interventions for subacute low back pain Heloise M Pengel <i>School of Physiotherapy, Sydney, Australia</i></p>	<p>Non specifica per gli esercizi di stabilizzazione, si riferisce ad altri approcci.</p>
<p><i>Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics</i> Volume 23 • Number 2 * February 2000 0161-4754/2000/512.00 + 0 76111104081 © 2000 JMPT 115 Motor Control Problems in Patients With Spinal Pain: A New Direction for Therapeutic Exercise <i>Gwendolen A. Jull, MPhty, FACP,," and Carolyn A. Richardson, BPhy, PhD"</i></p>	<p>Non specifica per gli esercizi di stabilizzazione, si riferisce ad altri approcci.</p>
<p>Preliminary Development of a Clinical Prediction Rule for Determining Which Patients With Low Back Pain Will Respond to a Stabilization Exercise Program <i>Gregory E. Hicks, PhD, PT, Julie M. Fritz, PhD, PT, ATC, Anthony Delitto, PhD, PT, Stuart M. McGill, PhD Arch Phys Med Rehabil Vol 86, September 2005</i></p>	<p>Riguarda indirettamente l'argomento</p>
<p>Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials.<i>Clinical Rehabilitation. 20(7):553-67, 2006 Jul.</i></p>	<p>Full text non disponibile</p>

Evidenze sul concetto di stabilità

Molti muscoli prendono inserzione sulla colonna, e contribuiscono a modulare la stabilità lombare.

Questo sistema è composto dai muscoli che si inseriscono sulle vertebre lombari e che teoricamente sono responsabili del controllo della stiffness e delle relazioni intervertebrali.[5]

L'obiettivo di tanti programmi di stabilizzazione lombare sono gli stabilizzatori locali, costituiti dallo strato più profondo della muscolatura.

Il muscolo più menzionato in letteratura è il multifido con inserzioni molto ravvicinate riesce a garantire il controllo del movimento sia in fase statica che dinamica, proteggendo le strutture passive da traumi, il trasverso dell'addome invece contraendosi aumenta la pressione intraddominale aumentando così la rigidità della colonna.[4]

Spesso questo sistema di stabilizzazione è disfunzionale, in aggiunta sovente i muscoli come il gran dorsale i paraspinali più superficiali e la muscolatura addominale dimostrano di avere un ruolo nella stabilità lombare in particolari direzioni del movimento o portando pesi, così anche questi muscoli sono interessati da programmi di stabilizzazione.[6]

In uno studio su soggetti normali è stata evidenziata come l'attività del multifido sia presente in risposta a stimoli visivi o a movimenti di un arto nello spazio per controllare le relazioni intervertebrali.[7]

Molti studi hanno evidenziato atrofia del multifido in pazienti con lombalgia cronica, nello studio di Richardson e altri [8] è stato evidenziato in modo chiaro con l'utilizzo di un gruppo di controllo, quanto mediamente la differenza di trofismo tra il lato doloroso e quello sano è marcata.

Biopsie di multifido in pazienti con lombalgia mostrano delle anomalie, come atrofia delle fibre di tipo 2 e cambiamenti nella struttura interna delle fibre di tipo 1. Questi cambiamenti non sempre si risolvono spontaneamente ma richiedono specifici trattamenti, anche quando il dolore è regredito.

In uno studio di pazienti post-operatori con patologia del disco, le biopsie dei multifido hanno evidenziato i risultati sopra citati.

Cinque anni dopo le fibre di tipo2 sono state trovate atrofiche sia nei pazienti con sintomatologia dolorosa che in quelli asintomatici.

Mentre le fibre di tipo1 presentavano degenerazione solo nei soggetti sintomatici, ed in quelli con esito post-operatorio negativo.[9]

Ci sono evidenze che uno specifico trattamento può migliorare l'atrofia del multifido[8].

Il trasverso dell'addome è il secondo degli stabilizzatori profondi che non sembra funzionare normalmente in pazienti con lombalgia.

In un elegante studio di comparazione tra soggetti con lombalgia e sani sono stati confrontate le risposte del TA, multifido, e del deltoide durante movimenti rapidi di flessione, abduzione, ed estensione della spalla in risposta a stimoli visivi.

I ricercatori hanno constatato che in soggetti sani il trasverso è il primo muscolo che si attiva indifferentemente da quale sia la direzione del movimento della spalla.

In pazienti con lombalgia il TA viene attivato in ritardo.[4]

La stabilità lombare non dipende solo dal multifido e dal trasverso ma anche dagli altri muscoli profondi della colonna la cui funzione è un'area della ricerca ancora in espansione.

Il quadrato dei lombi è un importante stabilizzatore laterale della colonna in quanto la sua contrazione favorisce l'aumento della stiffness lombare.

I muscoli del pavimento pelvico hanno un importante ruolo nella corretta attivazione muscolare della stabilizzazione lombare.

In quanto contribuiscono ad incrementare la pressione intra-addominale contraendosi prima degli addominali.[10]

Molti altri muscoli contribuiscono alla stabilità spinale, si includono in questo gruppo l'obliquo interno ed esterno, retto addominale, ed il muscolo ileopsoas.

Sembra che questi muscoli vengano attivati per stabilizzare il tronco in precise direzioni di movimento o attività specifiche.

Per esempio in uno studio nel quale in risposta a stimoli visivi si misurava l'attività

del retto dell'addome si è visto che veniva reclutato prima dei movimenti della spalla. Anche l'obliquo interno veniva reclutato prima del deltoide durante l'abduzione del braccio, ma ne il retto dell'addome ne l'obliquo interno, venivano reclutati prima della flessione anteriore del braccio.

Significa che il sistema nervoso programma l'attivazione di certi muscoli stabilizzatori in funzione della attività che si accinge a compire.

Gli stabilizzatori locali (TA, Multifido) sono reclutati per generare una stiffness vertebrale generale, mentre gli stabilizzatori globali sono attivati in una direzione specifica.[11]

I ricercatori hanno ipotizzato che quando il sistema passivo diviene disfunzionale gli stabilizzatori globali si sostituiscono ad esso aumentando la stiffness a scapito però di una maggiore compressione a livello vertebrale che produrrebbe così il dolore.[12]

Numerosi studi hanno inoltre dimostrato che l' endurance isometrica ed isocinetica degli estensori del tronco è diminuita in pazienti con LBP comparati a ad un gruppo asintomatico.[13][14]

Ci sono studi inerenti al controllo posturale ed all'equilibrio, anch'essi trovati alterati in pazienti con LBP cronico, le risposte posturali di equilibrio in risposta a stimoli esterni risultano più lente e povere.[15][16]

Alcuni studi hanno invece indagato il senso della posizione e la propriocezione in individui con LBP cronico.

Ad esempio in uno studio in cui i partecipanti erano invitati a ritornare in posizione neutra dopo una massima flessione del tronco, il gruppo con LBP ha ottenuto risultati significativamente peggiori rispetto al gruppo di controllo.

Si ipotizza che il meccanismo che conduce a questi deficit sia secondario alla disfunzione del multifido che invierebbe informazioni imprecise al sistema di controllo.[17][18]

Evidenze sull'esercizio

I deficit che sono stati definiti dagli studi precedentemente elencati ci danno la possibilità di definire l'instabilità lombare come una patologia le cui cause principali sono imputabili al sistema muscolare o di controllo motorio.

In realtà anche le strutture passive hanno il loro ruolo, ma sembra che una corretta attività muscolare sia in grado di compensare carenze strutturali.

Per questo la ricerca pone come obiettivo primario lo sviluppo di un esercizio capace di migliorare la stabilizzazione.

La ricerca in questa area è difficile, per prima cosa l'attività di alcuni muscoli che dovrebbero essere testati sono profondi il che richiede esami invasivi.

Spesso inoltre non è chiaro quando la differenza di forza, flessibilità, e patterns di movimento, sono significativi per la clinica.

Considerando che i cambiamenti a lungo termine sono influenzati dalla motivazione dei pazienti e dalla loro compliance, è difficile stabilire adeguati gruppi di controllo.

Alla luce della naturale evoluzione della lombalgia che come sappiamo ha una buona prognosi, è quindi difficile catturare differenze nei due gruppi.

Inoltre, in pazienti con LBP cronico sono stati studiati fenomeni di centralizzazione del dolore che portano a pensare che un miglioramento della funzione muscolare non porti necessariamente al miglioramento del dolore percepito.[3]

L'esercizio specifico può migliorare la massa muscolare incrementare forza e l'endurance.

Come dimostrò Hides [19] gli esercizi di stabilizzazione lombare specifici per il multifido possono incrementare la massa in pazienti con ipotrofia.

Il controllo neuromuscolare in pazienti con LBP può essere migliorato nelle sedute di fisioterapia agendo con rinforzi verbali o stimolazioni tattili finalizzate ad evocare un controllo selettivo della muscolatura profonda.[20]

E' stato dimostrato in soggetti con deficit di controllo neuromuscolare che

somministrando solo 5 minuti di istruzioni migliorano la capacità di mantenere la colonna in posizione neutra durante movimenti dell'anca.

L'esercizio terapeutico può essere usato per migliorare la postura a livello lombare sia da seduto, in stazione eretta e durante il cammino correggendo posture eccessivamente lordotiche o cifotiche.[22]

La ricerca nell'ambito del controllo neuromuscolare ha ottenuto risposte ad alcune domande ma i risultati ottenuti utilizzando l'elettromiografia di superficie sono da considerarsi solo provvisori quando si parla di muscolatura profonda che richiederebbe tecniche più invasive.[23]

Non è stata ancora provata la validità dell'esercizio terapeutico nel migliorare la propriocezione e l'equilibrio in pazienti con LBP.

Gli studi sono inconcludenti o non notano cambiamenti [24], anche se alcuni trials mostrano risultati clinici apprezzabili, perlopiù in ambito sportivo per prevenire infortuni e migliorare la prestazione.

La ricerca ha inoltre preso in considerazione dai clinici quanto la tolleranza dei pazienti all'esercizio sia importante, studiando programmi di esercizio a basso carico, specifici per pazienti con LBP.[24]

Come mostrato dallo studio di Hides [19] gli esercizi di stabilizzazione sono efficaci nel ridurre le recidive fino a tre anni, mentre dallo studio di O'Sullivan [2] su pazienti con spondilosi e spondilolistesi, si è ottenuta riduzione del dolore e diminuzione della disabilità nei trattati con esercizi di stabilizzazione comparati al gruppo di controllo trattato con terapia medica tradizionale, dai 3 ai 30 mesi di follow-up.

Non è chiaro se questi risultati possono essere generalizzati a pazienti con LBP aspecifico.

Nello studio di Torstensen del 1998 [25] la differenziazione dei soggetti è basata sulla risposta a determinati movimenti, individuando la direzione dolorosa.

Si ottengono buoni risultati clinici utilizzando questo protocollo di esercizi che rimane sensibile a come il paziente vive il trattamento, enfatizzando gli esercizi che riducono il dolore e minimizzando quelli che lo causano.[26]

A questo proposito, Long [27] divide i gruppi di esercizio in base alla direzione preferenziale di trattamento sia essa flessione, estensione o latero flessione, in ogni caso, rileva che tenendo conto della direzione preferenziale di movimento fuori dal dolore il paziente risponde in modo più positivo al trattamento sia esso cronico o acuto.

Gli studi precedenti, sempre secondo Long, [27] che ignorano la direzione preferenziale ed invitano i pazienti a proseguire l'esercizio anche in presenza di dolore presentano scarsa compliance e risultati.

Quando la direzione preferenziale di movimento viene usata i protocolli di esercizio dimostrano l'efficacia in sei sedute nell'arco di due settimane.

Questo spiegherebbe i risultati contraddittori degli studi che prendono in considerazione popolazioni di lombalgici aspecifici disomogenee, Long suddivide la popolazione con lombalgia in base alla direzione preferenziale di movimento distinguendo la struttura anatomica che causa dolore o squilibri fisiologici che possono essere corretti con l'esercizio.

Il successo ottenuto nel trattamento dei pazienti acuti dimostra sempre secondo Long [27] che la direzione preferenziale agisce direttamente sulla causa del dolore acuto, cioè sui tessuti danneggiati.

Il successo ottenuto col paziente cronico rifletterebbe la correlazione tra stressors posturali e dolore cronico.

Long riconosce che vi fosse un'altro sottogruppo rappresentato da circa $\frac{1}{4}$ dei soggetti esaminati che non rientra nel gruppo della direzione preferenziale in flessione ne in quello di estensione.

In questo caso la spiegazione risiederebbe nella teoria proposta da Panjabi sulla zona neutra, in particolare il fallimento degli stabilizzatori locali porrebbe la colonna in una situazione di micro instabilità causando microtraumatismi ripetuti.

Futuri studi dovranno stabilire la posologia corretta per gli esercizi con direzione specifica e chiarire le prassi cliniche migliori.[26]

Studi sull'esercizio di stabilizzazione

Lo studio svolto da Rasmussen [28] mette a confronto l'esercizio di stabilizzazione al trattamento manuale.

L'ipotesi di partenza è che la stabilizzazione nel lungo periodo è più efficace del trattamento manuale.

Sono stati reclutati a tale scopo 47 pazienti suddivisi casualmente in due gruppi MT group (23 persone) ST group (24 persone), con caratteristiche simili come da (tab 2).

Table 2. Subjects' characteristics (n=47)

	ST-group (n=24)	MT-group (n=23)
Age (year) Median (SD)	39(±12)	37(±10)
Gender (female/male)	17/7	18/5
Medication (every day/seldom/never)	1/13/10	1/14/8
Exercise habits (seldom/weekly)	7/17	8/15
Previous treatment for LBP*	17(71%)*	18(78%)*
Pain duration 6–12 weeks*	3(12%)*	2(9%)*
> 12 weeks*	21(88%)*	21(91%)*
Pain (recurrent/daily)	22/2	22/1
Sickleave (yes/no)	2/22	3/20
Assessments		
Pain (VAS) median (25th/75th)	33(27/49)	32(21/49)
Pain when sitting (VAS > 30)	13(54%)*	14(61%)*
Pain when bending forward (VAS > 30)	14(60%)*	16(70%)*
Disability		
Oswestry median (25th/75th)	18(9/25)	14(10/21)
DRI median (25th/75th)	32(15/47)	33(20/46)
General health (VAS) median (25th/75th)	35(22/47)	30(18/41)

ST = Stabilizing training group, MT = manual treatment group.

*Number of individuals (% of individuals in the group).

Nella tabella sono indicate le voci del questionario di Skargren 1998 [29] come prime nove voci; seguono alcune valutazioni utilizzando la VAS scale.

Oswestry Low Back Pain Questionnaire (OSW) usato per misurare la funzione fisica.

Disability Rating Index (DRI) contiene 12 voci corrispondenti ad attività della vita quotidiana.

L'intervento sul gruppo ST è stato svolto da terapisti (OMT) una volta la settimana per 45 minuti.

Il trattamento di stabilizzazione con attivazione del trasverso dell'addome (TA) e del multifido (MF)[1] in varie posizioni e con il monitoraggio da parte del fisioterapista.

Il primo trattamento è stato svolto di tipo cognitivo atto alla comprensione del concetto della stabilità lombare ed alla sensibilizzazione verso l'importanza che ricopre nell'ambito della sintomatologia dolorosa.

L'esercizio è stato gradualmente sviluppato aggiungendo movimenti di arti in differenti posizioni.

I partecipanti sono stati quindi istruiti a stabilizzare la colonna lombare durante le attività della vita quotidiana ed in situazioni di possibilità di dolore.

I partecipanti sono stati tenuti a compilare un diario del monitoraggio della compliance. Il trattamento è durato sei settimane. Sono state date informazioni di ergonomia.

Il gruppo MT è stato trattato per 45 minuti 1 volta a settimana per sei settimane da terapisti (OMT) con tecniche Kaltenborn di trazione, stiramento muscolare, mobilizzazione dei tessuti molli, e mobilizzazioni vertebre toraciche e lombari senza utilizzare manipolazioni.

I pazienti sono stati incoraggiati a rimanere attivi e sono state date informazioni riguardo l'ergonomia.

I risultati ottenuti dopo l'intervento ed a distanza di 3 e 12 mesi sono riassunti in tabella 1

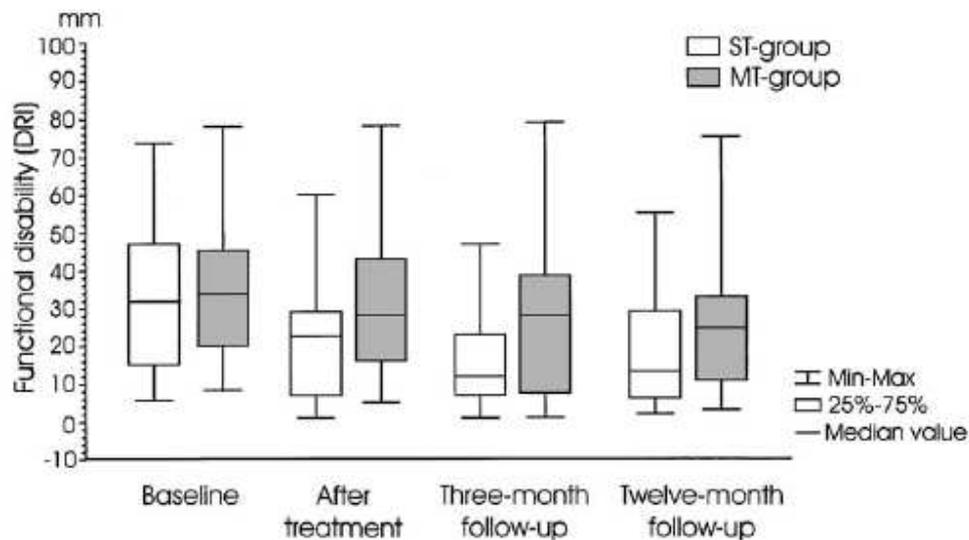
	Inclusion	After	3 months	12 months	<i>P</i> (within)	<i>P</i> (between)
<i>Pain (VAS)</i>						
St group	33(27/49)	20(8/32)	14(3/22)	13(5/23)	<0.001*	ns
(<i>N</i>)	24	22	17	17		
Mt group	32(21/49)	24(11/47)	22(7/45)	18(9/38)	ns	
(<i>N</i>)	23	19	16	14		
<i>Oswestry</i>						
St group	18(8/25)	9(6/16)	6(4/10)	8(2/10)	<0.001*	ns
Mt group	14(10/21)	12(8/14)	13(3/20)	8(6/19)	ns	
<i>Dri</i>						
St group	32(15/47)	22(7/29)	12(7/23)	13(6/29)	<0.001*	0.042*
Mt group	33(20/46)	28(16/43)	28(8/39)	23(11/33)	ns	
<i>Health (VAS)</i>						
St group	35(22/47)	21(14/31)	20(12/27)	18(12/28)	<0.05*	ns
Mt group	30(18/41)	28(17/49)	21(13/32)	32(22/43)	ns	

P values for differences within and between groups on inclusion, after treatment and at follow-ups. ST = Stabilizing training group; MT = manual treatment group; ns = not significant.

*After treatment period.

I risultati più significativi sono stati ottenuti nella scala DRI che tiene conto della percezione della disabilità.

Costituita da dodici voci riguardanti attività come sedersi, alzarsi o fare le scale, utilizza una scala analogica lunga dieci cm per attribuire i punteggi.



Come si vede i risultati migliori sono stati ottenuti non tanto alla fine del trattamento ma dopo 3 e 12 mesi.

Il trattamento manuale in questo studio sembra avere efficacia solo nel medio termine nel diminuire il dolore e migliorare la funzione, inoltre il 50% dei pazienti del gruppo MT nel lungo termine sono dovuti ricorrere ad altri trattamenti.

Bisogna considerare che entrambi i gruppi sono stati soddisfatti del trattamento, cosa che accade spesso anche in clinica.

I migliori risultati ottenuti a lungo termine dal gruppo ST è imputabile al fatto che i pazienti erano stati istruiti riguardo al meccanismo del dolore ed a contrarre la muscolatura profonda durante le attività della vita quotidiana.

Tuttavia questi risultati non appaiono come definitivi a causa del numero limitato di pazienti, si suggerisce inoltre, di sviluppare in futuro tecniche valutative che consentano di capire perchè alcuni soggetti non migliorano.

L' articolo di Lewis [30] paragona il trattamento di gruppo al trattamento individualizzato in pazienti con LBP cronico.

Utilizzando un campione di 80 pazienti compone due gruppi di lavoro:

- **Gruppo 1** 10 stazioni di esercizio aerobico+esercizi di stabilizzazione in varie posizioni ed utilizzando pallone Bobath con supervisione da parte di tre fisioterapisti in un gruppo di dieci pazienti+terapia manuale circa cinque minuti eseguita da un fisioterapista.
- **Gruppo 2** Sedute individuali di terapia manuale ed esercizi di stabilizzazione secondo O'Sullivan.

Entrambi i gruppi hanno migliorato, diminuendo di circa 15 punti il risultato nella (QDQ) Quebec Disability Questionnaire.

Tuttavia gli autori riportano minori miglioramenti a 12 mesi dal trattamento nel gruppo di trattamento non individuale.

Mentre il miglioramento percepito dal paziente sembra essere allineato in entrambi li studi.

Come volevano dimostrare gli autori il costo del trattamento individuale è certamente maggiore.

Tuttavia, a mio avviso anche nel gruppo n.1 è stato eseguito un trattamento individuale seppure per breve tempo ed a detta degli stessi autori, lo stesso terapeuta ha seguito sempre lo stesso paziente nelle sedute di mobilizzazione.

Ne consegue che il trattamento di stabilizzazione individualizzato è migliore per il paziente con LBP aspecifico.

Poiché vi è poca evidenza se qualche tipo di esercizio sia migliore rispetto ad altri, G. Koumantakis, P: Watson e J.Oldham [32] per stabilire l'utilità di aggiungere specifici esercizi di stabilizzazione ad un programma generale di esercizi per la schiena e per i muscoli addominali hanno valutato, con uno studio clinico randomizzato, l'efficacia di due protocolli di esercizio su 55

pazienti con lombalgia ricorrente e senza segni di instabilità.

I pazienti sono stati poi divisi in due gruppi:

- il 1° di 29 pazienti è stato sottoposto ad un protocollo di esercizi generali + esercizi specifici di stabilizzazione
- il 2° di 25 pazienti è stato sottoposto soltanto ad un protocollo di esercizi generali.

Entrambi i gruppi hanno eseguito questi programmi per un periodo di 8 settimane ed hanno ricevuto un libro (“the back book”) che li informava sulle attuali strategie di trattamento del LBP, basate sui più recenti aspetti della ricerca scientifica, con lo scopo di modificare le credenze e conseguentemente i comportamenti nei confronti della loro patologia.

Le misure di outcome sono state basate sulla percezione del dolore autoriferito misurata attraverso l’uso della Short-Form McGill Pain Questionnaire (scala che valuta 15 descrittori della qualità del dolore utilizzando anche una VAS) e sul grado di disabilità misurata utilizzando la Roland Morris Disability Questionnaire

I risultati hanno mostrato un maggior miglioramento della disabilità autoriferita nei pazienti sottoposti ad esercizi generali mentre per gli altri outcomes non vi erano differenze significative tra i due protocolli di esercizi. Il dato interessante di questi risultati secondo gli autori è che gli esercizi di stabilizzazione sono più rilevanti per quei pazienti che presentano gravi segni di instabilità o marcate differenze di lato nello spessore dei muscoli multifidi, caratteristiche non presenti nei pazienti del loro studio.

Revisioni Sistematiche

La revisione di Barr [33] contiene una discussione su quali sono secondo la letteratura i criteri clinici per determinare i deficit nel paziente con LBP utili nella prescrizione di piani di trattamento adeguati.

Molti studi hanno verificato che gli esercizi di stabilizzazione sono efficaci nel ridurre il dolore e migliorare la funzione.

Una corretta anamnesi ed un buon esame obiettivo possono determinare quali pazienti avranno più beneficio dal trattamento di stabilizzazione, inoltre una corretta educazione del paziente riguardante la sua patologia, la prognosi ed al perchè sono stati prescritti tali esercizi potrebbe aumentare la compliance al trattamento.[33]

Nello studio di Kavcic [34] citato nella opinione di esperti in disordini muscoloscheletrici e medicina dello sport [35] si ipotizza che l'utilizzo di pattern motori funzionali produce una efficace stabilizzazione dinamica del tronco meglio di quanto non faccia l'esercizio specifico per trasverso dell'addome e multifido.

Sempre secondo il sopracitato articolo, [35] gli studi condotti da Richardson [1] ed O'Sullivan [2] non sono significativi in quanto non hanno un adeguato gruppo di controllo ed il numero di pazienti è troppo piccolo per dare giudizi definitivi.

Non ci sono indicazioni in letteratura per quanto riguarda la posologia di trattamento, per ottenere benefici clinici.

Ci sono numerosi protocolli di esercizi di stabilizzazione ma non c'è evidenza su quali siano i migliori.

Un programma individualizzato volto a mantenere attivi e che tenga conto dei bisogni funzionali della persona sembra essere consigliabile, nel contesto di un allenamento fisico complessivo.[35]

Nella revisione Cocharene [36] appare significativa evidenza, nella riduzione del dolore e migliramento della funzione, soprattutto nell'ambito di cure sanitarie, per il paziente cronico. Per i sub -acuti c'è evidenza che l'esercizio riduca l'assenteismo dal lavoro, mentre in fase acuta non ci sono differenze con altri trattamenti o il non trattamento.

L'esercizio terapeutico per il LBP cronico funziona maggiormente se consiste in un trattamento individuale che comprenda la supervisione durante gli esercizi di stabilizzazione di rinforzo e di stiramento.

I criteri di inclusione erano riferiti ad adulti con LBP non specifico acuto (< 6 settimane), subacuto (da 6 a 12 settimane)e cronico (> 12 settimane) mentre venivano esclusi pazienti con specifiche patologie.

L'esercizio terapeutico veniva definito come “una serie di movimenti specifici con lo scopo di allenare il corpo attraverso una pratica abituale od un allenamento fisico per migliorare lo stato di salute”.

Sono stati inclusi gli studi che comparavano l'esercizio con nessun trattamento, con un placebo, con altre terapie conservative o con altri tipi di esercizio.

Le misure di outcome riguardavano il dolore autoriferito, specifiche condizioni funzionali, il miglioramento e la funzionalità globale, l'assenteismo od il ritorno al lavoro valutati a breve (max 12 settimane), medio (6 mesi) e lungo (12 mesi) termine.

E' stata eseguita una rigorosa analisi statistica su 61 RCTs di cui

- 11 riferiti a LBP acuto
- 6 riferiti a LBP subacuto
- 43 riferiti a LBP cronico

mentre uno studio è stato definito “non chiaro”.

Secondo gli stessi autori vi sono alcuni punti di debolezza rappresentati dal fatto che:

- vi sono pochi studi di elevata qualità
- circa l'85% degli studi ha come unica misura di outcome l'intensità dolore perdendo così di vista l'importanza di altri outcomes
- i ricercatori non hanno standardizzato misure di outcome per gli studi riguardanti il LBP

In futuro essi consigliano non ulteriori ricerche sull'efficacia del generale esercizio terapeutico nel trattamento del LBP cronico ma ricerche su specifiche strategie di intervento riferite a sottogruppi ben definiti di popolazione con LBP.

La revisione di Stephen May [37] dopo la selezione degli articoli prende in considerazione 18 trials, gli studi però sono eterogenei per specifico intervento, gruppo di controllo, durata del follow-up, misure di outcome, popolazioni studiate e per durata dei sintomi per questi motivi è stata fatta una revisione qualitativa della letteratura.

Per il paziente acuto viene citato l'articolo di Hides [38] che conterrebbe risultati positivi anche per questi pazienti, ma dato lo specifico sottogruppo di provenienza dei pazienti non si possono generalizzare i risultati.

Ci sono alcune evidenze che supportano l'efficacia degli esercizi di stabilizzazione per pazienti con LBP cronico tra i trials di maggiore qualità; tuttavia le evidenze sono contraddittorie nel senso che sono maggiori quando il gruppo di controllo sono trattamenti inattivi, rispetto ad altre metodiche attive.

Stabilizzazione quindi non più efficace di altri interventi attivi.[37]

Conclusioni

La valutazione ed il trattamento della disfunzione lombare costituisce sicuramente uno dei settori attualmente più indagati da parte dei ricercatori di tutto il mondo.

A partire dagli anni in cui sono stati elaborati i modelli di stabilità vertebrale numerosissimi studi hanno valutato il ruolo dei muscoli stabilizzatori vertebrali dimostrandone il coinvolgimento con netta evidenza.

Si è infatti evidenziato un aumento della loro attività anticipatoria durante i movimenti degli arti superiori (particolarmente se eseguiti in determinate posizioni), nel mantenimento di determinate posture e durante l'esecuzione di alcuni tipi di esercizio.

Queste ricerche hanno avuto ricadute sul trattamento dei pazienti con lombalgia, aiutando in clinica a stilare programmi di esercizio adeguati.

Ci sono evidenze in alcuni studi che l'approccio di stabilizzazione sia efficace per il paziente con ricorrente dolore alla schiena, evidenziando che questo può essere realizzato mediante l'impostazione di esercizi a basso carico affinché l'esercizio venga meglio tollerato dal paziente.

Inoltre ci sono evidenze che l'esercizio di stabilizzazione diminuisca le recidive ed il bisogno di ulteriori interventi, in quanto il paziente può continuare il lavoro di stabilizzazione durante le attività della vita quotidiana.

Tuttavia permangono ancora deboli evidenze quando si paragona l'esercizio di stabilizzazione ad altre forme di intervento attivo.

Certamente un altro punto cruciale della ricerca sembra essere quello della definizione di sottogruppi di pazienti con lombalgia aspecifica, che permetta una corretta valutazione dei risultati ottenuti.

I dati attuali però consigliano di proseguire la ricerca con particolare attenzione a tecniche di intervento molto specifiche riferite a sottogruppi ben definiti di pazienti con diagnosi di instabilità.

Bibliografia

- [1] Richardson C, Jull G, Hodges P, Hides J. *Therapeutic exercises for spinal segmental stabilization in low back pain*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1999.
- [2] O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine* 1997;22:2959-67.
- [3] Lumbar Stabilization: Core concepts and Current Literature, Part 1. Barr, Karen, Griggs, Miriam, Cadby, Todd A.J of *Physical Medicine & Rehabilitation Volume 84(6)*, June 2005,pp 473-480.
- [4] Hodges PW, Richardson CA: Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996;21:2640-50 *Ovid Full Text Bibliographic Links*
- [5] Bergmark A: Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl* 1989; 230:1-54 *Bibliographic Links*
- [6] Kuukkanen TM, Malkia EA: An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clin Rehabil* 2000;14:192-202 *Bibliographic Links*
- [7] Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC: Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine* 2002;27: E29-36 *Ovid Full Text Bibliographic Links*
- [8] Richardson C, Jull G, Hodges P, et al: Traditional views of the function of the muscles of the local stabilizing system of the spine, in: *Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach*. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1999, pp 21-40
- [9] Rantanen J, Hurme M, Falck B, et al: The lumbar multifidus muscle five years after surgery for a lumbar intervertebral disc herniation. *Spine* 1993;18:568-74 *Buy Now Bibliographic Links*
- [10] Sapsford RR, Hodges PW: Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1081-8 *Bibliographic Links*
- [11] Hodges P: Lumbopelvic stability: a functional model of the biomechanics and motor control, in: Richardson C (ed): *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization*, ed 2. Edinburgh, Churchill Livingstone, 2004, pp 13-28
- [12] Radebold A, Cholewicki J, Panjabi MM, et al: Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine* 2000;25:947-54 *Ovid Full Text Bibliographic Links*
- [13] Ebenbichler GR, Oddsson LI, Kollmitzer J, et al: Sensory motor control of

the lower back: Implications for rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1889-98
Ovid Full Text Bibliographic Links

[14] orgensen K, Nicolaisen T: Trunk extensor endurance: Determination and relation to low-back trouble. *Ergonomics* 1987;30:259-67

[15] Mok NW, Brauer SG, Hodges PW: Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine* 2004;29:E107-12 *Ovid Full Text Bibliographic Links*

[16] Wilder DG, Aleksiev AR, Magnusson ML, et al: Muscular response to sudden load: A tool to evaluate fatigue and rehabilitation. *Spine* 1996;21:2628-39 *Ovid Full Text Bibliographic Links*

[17] O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, et al: Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine* 2003;28:1074-9 *Ovid Full Text Bibliographic Links*

[18] Leinonen V, Kankaanpaa M, Luukkonen M, et al: Lumbar paraspinal muscle function, perception of lumbar position, and postural control in disc herniation-related back pain. *Spine* 2003;28:842-8 *Ovid Full Text Bibliographic Links*

[19] Hides JA, Richardson CA, Jull GA: Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 1996;21:2763-9

[20] Karst GMaGMW: Effects of specific exercise instructions on abdominal muscle activity during truck curl exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;34:4-12

[21] Webber SC, Kriellaars DJ: The effect of stabilization instruction on lumbar acceleration. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004;19:777-83

[22] Scannell JP, McGill SM: Lumbar posture: Should it, and can it, be modified? A study of passive tissue stiffness and lumbar position during activities of daily living. *Phys Ther* 2003;83:907-17

[23] Arokoski JP, Valta T, Kankaanpaa M, et al: Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:823-32 *Bibliographic Links*

[24] Kavcic N, Grenier S, McGill SM: Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine* 2004;29:2319-29. *Ovid Full Text Bibliographic Links*

[25] Torstensen TA, Ljunggren AE, Meen HD, Odland E, Mowinckel P, Geijerstam S. Efficiency and costs of medical exercise therapy, conventional physiotherapy, and self-exercise in patients with chronic low back pain. A pragmatic, randomized, single-blinded, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine* 1998;23:2616-24.

- [26] **Exercise therapy for low back pain: A narrative review of the literature.** *Kristopher Keller*
Spring 2006 number 1 volume 5 Journal of chiropractic medicine.
- [27] Long A, Donelson R, Fung T. Does it matter which exercise? A randomized control trial of exercise for low back pain. *Spine* 2004;29: 2593–2602.
- [28] Stabilizing training compared with manual treatment in sub-acute and chronic low back pain. *E. Rasmussen-Barr, L. Nilsson-Wikmar, I Arvidsson*
Manual Therapy (2003) 8 (4), 233-241
- [29] Skargren E 1998 Evaluation of physical exercise, physiotherapy and chiropractic in the management of back pain.
Thesis. Faculty of Health Sciences, Linköping University, Sweden
- [30] A Randomized clinical trial comparing two physiotherapy interventions for chronic low back pain. *Lewis, Jeremy S, Hewitt, Jane S., Billington, Lisa Bsc Spine* 30(7), 1 April 2005, pp 711-721
- [31] Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA: Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Phys Ther* 2005;85:209-25 *Bibliographic Links*
- [32] Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA: Supplementation of general endurance exercise with stabilisation training versus general exercise only. Physiological and functional outcomes of a randomised controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2005;20:474-82 *Bibliographic Links*
- [33] Lumbar Stabilization: Core concepts and Current Literature, Part 2. *Barr, Karen, Griggs, Miriam, Cadby, Todd A.J of Physical Medicine & Rehabilitation Volume* 86(1), January 2007, pp 72-80.
- [34] Kavcic N, Grenier S, McGill SM. Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *Spine* 2004;29:1254-65.
- [35] Expert Opinion and Controversies in Musculoskeletal and Sports Medicine: Core Stabilization as a Treatment for Low Back Pain. *Christopher J, Standaert, MD, Stanley A. Herring, MD.*
Physical Medicine Rehabilitation vol. 88, December 2007 pp 1734-36.
- [36] Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW* *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005, Issue 3.
- [37] Stabilisation exercise for low back pain: a systematic review. *Stephen May, Ros Johnson*
Physiotherapy 2008 *article in pres.*
- [38] Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode lowback pain. *Spine* 2001;26:E243–8.

