

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA**



**MASTER IN RIABILITAZIONE DEI
DISORDINI MUSCOLO SCHELETRICI VI° ED
Presidente Prof. Michele Abruzzese**

SEDE DI SAVONA

TESI DI MASTER
Anno Accademico 2008/2009

***“La stabilizzazione globale
come completamento
nel trattamento del paziente
con neck pain aspecifico”***

Relatore
Dott.ssa Ft OMT Serena Gattuso

Candidata
Dott.ssa Ft Viola Turini

ABSTRACT

Le patologie muscolo scheletriche spesso mostrano modelli di squilibrio muscolare. Lo scopo di questo lavoro è di cercare in letteratura una correlazione tra il “core stability” e la cervicalgia aspecifica, per impostare un eventuale trattamento di stabilizzazione posturale globale. In letteratura è evidenziata la correlazione tra postura - soprattutto posizione di capo e collo- e neck pain, e tra postura e low back pain, oltre all’efficacia dei trattamenti di stabilizzazione.

Il “core stability” è un tema caldo nel mondo della medicina di oggi, soprattutto nella riabilitazione sportiva, ma al tempo stesso, è ancora un concetto vago di cui si discute molto.

Le ricerche sono maggiormente rivolte a constatare l’importanza della stabilità di base per quanto riguarda la prevenzione delle lesioni della colonna lombare e degli arti inferiori, e se la stabilità abbia effetto sulla potenza e la resistenza durante le prestazioni atletiche.

Nella letteratura esistente, la stabilità di base è spesso associata con il mantenimento dell’equilibrio e del corretto assetto posturale.

Nella ricerca per identificare le caratteristiche che definiscono l’esercizio per la stabilità, sono state fatte una revisione ed un’analisi di approcci e concetti diversi, incluso le terapie alternative come il Pilates.

Per trovare gli studi clinici da analizzare in questa tesi, sono stati utilizzati i database informatici Pubmed e PEDro.

Sono stati selezionati articoli, revisioni e studi clinici che correlassero disturbi muscoloscheletrici, e in particolar modo nella regione del collo, con alterazioni posturali globali escludendo gli studi incentrati esclusivamente sul dolore lombare o lombo-pelvico.

Le parole chiave utilizzate per la ricerca sono state: neck pain; posture; cervic* muscle; exercise; pilates; core stability.

Dalle varie ricerche sono emersi 115 articoli dei quali sono stati scartati 107 perché non rientravano nei criteri di selezione.

Dall'analisi di tali articoli emerge come uno squilibrio muscoloscheletrico può provocare un'alterazioni posturale globali. Da questo, l'importanza di un approccio terapeutico globale e non limitato alla zona distrettuale.

Dalla revisione della letteratura emerge l'efficacia dell'esercizio terapeutico mirante al recupero del controllo motorio del core stability nel ridurre il dolore e la disabilità nei soggetti affetti da dolore lombare. Inoltre è stato trovato un miglior allineamento posturale in seguito a training mirante la stabilizzazione sia con metodo convenzionale che con terapie alternative come il diffuso Pilates.

INDICE

ABSTRACT	pag. 2
INTRODUZIONE	pag. 5
MATERIALE E METODI	pag. 12
RISULTATI	pag. 14
DISCUSSIONE	pag. 15
CONCLUSIONE	pag. 36
BIBLIOGRAFIA	pag. 37

INTRODUZIONE

I disturbi del collo sono tra i più comuni e costosi problemi di salute nei paesi industrializzati. La prevalenza nella popolazione di almeno un episodio di dolore cervicale nell'arco della vita risulta essere del 66%, di ricorrenti episodi di dolore o di durata superiore a sei mesi del 14% nella popolazione adulta¹. Dopo il dolore, i sintomi più frequentemente associati al dolore cervicale cronico sono l'instabilità e deficit di equilibrio. Studi quantitativi posturografici hanno dimostrato un aumento delle oscillazioni posturali in pazienti affetti da dolore cervicale rispetto a soggetti sani^{2,3}. L'insorgere del dolore al collo può essere associato con la scorretta postura mantenuta⁴. A sostegno di ciò, Falla et al.⁵ hanno riportato che i soggetti con dolore cervicale cronico dimostrano una ridotta capacità di mantenere una corretta postura seduta.

Precedenti studi suggeriscono che si verificano significative modifiche nell'attivazione dei muscoli del tronco in base all'allineamento toraco-lombare durante il mantenimento della posizione seduta⁶. O'Sullivan et al.⁷ hanno segnalato una riduzione delle attività del multifido lombare superficiale, dell'obliquo interno e dell'erector spinae toracico nella "upright sitting" rispetto alla "slump sitting". Più recentemente O'Sullivan e al.⁸ hanno confrontato l'effetto di tre differenti posture del tratto toraco-lombare in posizione seduta – che risultano essere maggiormente riscontrate nella pratica clinica (slump, upright e antiversione pelvica) - sulla curva del rachide dorsale e sull'attivazione dei muscoli del tronco in una popolazione asintomatica⁹. Questo è stato il primo studio ad individuare e misurare la differenza cinematica e di attivazione muscolare tra le diverse posture sedute.

La ricerca di correlazione tra l'influenza della postura toraco-lombare con quella del rachide cervicale e l'attività muscolare cervico-toracica è però limitata.

Falla et al.¹⁰ hanno esaminato la differenza di attivazione dei flessori profondi del collo, degli erector spinae toracici e del multifido lombare durante la correzione posturale da seduto in slump-sitting alla posizione neutra, in modo indipendente da parte del soggetto e in modo facilitato dall'operatore, in 10 soggetti di sesso femminile con dolore al collo cronico.

I risultati hanno mostrato che l'attività di tali muscoli è significativamente superiore quando la correzione posturale è stata agevolata dal terapeuta. Questi risultati suggeriscono l'importanza di "skills" specifici nella correzione posturale dei pazienti con neck pain.

Un altro studio di Falla, Jull et al. nel 2007⁵ ha analizzato come una postura da seduto di scarsa qualità è implicata nello sviluppo e nel mantenimento del dolore al collo.

Secondo Kendall et al. i difetti posturali hanno origine dall'impiego non corretto delle potenzialità del corpo e non dalla struttura e funzione di un corpo normale. Per cui la persistenza di questi difetti posturali può determinare l'insorgenza del disagio, dolore o invalidità.¹¹

Il **concetto di stabilità** e di **equilibrio muscolare** comprende un processo di valutazione della funzione del movimento per identificare e correggere la disfunzione di quest'ultimo.

Il **sistema di movimento** è caratterizzato dall'interazione reciproca, coordinata tra ed integrata dei sistemi articolari, miofasciale, neurale e connettivo del corpo insieme a molte influenze biopsicosociali.

“Un difetto di movimento può indurre la patologia, non esserne solo il risultato.

Le sindromi dolorose muscolo scheletriche sono raramente causate da eventi isolati.

Movimenti abituali e posture mantenute giocano un ruolo principale nello sviluppo della disfunzione”¹².

La misurazione della disfunzione, seguita da un intervento consistente in una forma di trattamento/terapia per un tempo variabile, e la rivalutazione della disfunzione sono alla base della pratica basata sull'evidenza. È stato dimostrato che la correzione della disfunzione diminuisce l'incidenza della ricorrenza del dolore.

Oltre al dolore e alla ripresa funzionale bisognerebbe considerare come misura di outcome anche una misurazione del controllo muscolare riproducibile clinicamente¹³.

Molti degli specialisti della riabilitazione utilizzano il principio della neutralità della colonna vertebrale nei loro protocolli di riabilitazione. Lee¹⁴, per esempio, afferma che il tentativo di insegnare gli esercizi isolando i muscoli locali, come il trasverso dell'addome o il multifido profondo, senza prima insegnare al paziente il mantenimento della posizione neutrale può portare a frustrazione e delusione sia per il terapeuta che per il paziente.

Uno dei motivi è che la postura spinale in cui il trasverso dell'addome ha la maggiore attività è la posizione neutra spinale^{15,16,17}.

Anche Comerford e Mottram¹⁸ prediligono l'uso della posizione neutra nella loro rieducazione del controllo motorio; McGill^{19,20} dichiara che *"sembra l'approccio meccanicamente più giustificabile e sicuro per migliorare la stabilità lombare attraverso l'esercizio"* e che *"assicura una postura della colonna vertebrale neutrale quando questa è sotto carico."*²⁰

McGill suggerisce che, mentre schemi motori steady-state sono importanti per l'attività di ogni giorno, l'integrità dei riflessi motori è fondamentale per mantenere la stabilità durante gli eventi improvvisi.

Tuttavia, il principio di neutralità della colonna vertebrale non è solo l'insegnamento del paziente a mantenere una posizione neutrale è anche il rafforzamento di tale posizione. Essere forti in posizione neutra vertebrale richiede un training non solo del

mantenimento della posizione contro gravità, ma anche in associazione con carichi esterni.

Questo principalmente per creare una risposta di adattamento nelle fibre di ogni muscolo data una certa intensità di carico.

E' ormai ben documentato che occorrono 8-12 ripetizioni a massimo carico, nel range di movimento desiderato, prima di avvertire stanchezza e che questo ottimizzi guadagni di forza e ipertrofia muscolare.^{21,22,23}

Nella ricerca per identificare le caratteristiche che definiscono l'esercizio per la stabilità, sono state fatte una revisione ed un'analisi di molti approcci e concetti, incluse le terapie alternative come il Pilates. Alcuni di questi approcci sono supportati da una buona evidenza clinica e di ricerca. Altri approcci basati sugli esercizi hanno superato la prova del tempo.

Particolare attenzione è stata posta al "core" in quanto centro funzionale della catena cinetica.

Il nucleo è visto come un corsetto muscolare che funziona come unità stabilizzatrice del corpo e in particolare della colonna vertebrale, sia con che senza il movimento degli arti²⁴.

Nel mondo della medicina alternativa, il nucleo è stato denominato 'powerhouse'.

Non esiste un'unica definizione universalmente accettata di core stability.

Il concetto di "core" negli anni è stato allargato per includere una struttura più funzionale. Kibler et al.²⁵ stabiliscono che il "nucleo" muscolo-scheletrico del corpo comprende: colonna vertebrale, bacino, le strutture addominali e la parte prossimale dell'arto inferiore. Secondo loro, la muscolatura essenziale comprende i muscoli del tronco (anteriormente dagli addominali, posteriormente dai paraspinali) glutei, diaframma e i muscoli del bacino; sottolineano l'importanza del nucleo nello sviluppo di

forza ed equilibrio locali, nella riduzione delle disfunzioni dorso-lombari e nella massimizzazione del controllo della forza.

All'interno del mondo della ricerca sulla stabilità sono presenti, fondamentalmente, due scuole di pensiero rappresentate dal canadese Stuart McGill, per quanto riguarda la biomeccanica spinale dal e dall'australiano Paul Hodges, incentrato soprattutto sul controllo motorio.

Entrambi i regimi di esercizi volgono alla prevenzione o il trattamento del dolore spinale. Alcuni esercizi di Hodges sono considerati come isolazionisti in quanto rafforzano in modo isolato il trasverso dell'addome e il multifido. Gli esercizi di McGill rispecchiano la sua opinione che è indispensabile il contributo di ogni muscolo per ottenere una buona stabilità²⁰. I suoi esercizi potrebbero essere chiamati esercizi di co-contrazione in quanto reclutano tutti i muscoli del tronco e sono volti a promuovere il controllo delle postura spinale in posizioni che sono bio-meccanicamente validi. Gli studi di Liebenson²⁶ e Koumantakis et al.²⁷ hanno dimostrato che la "strategia" generale di McGill's era superiore rispetto alla stabilizzazione locale "profonda" dell'australiano.

Sembra esserci un consenso sulla presenza di alcune differenze nel significato di "stabilità di base" con il termine "rafforzamento del core" che spesso viene trovato in letteratura.

Il training di stabilizzazione non si deve limitare a coinvolgere i muscoli stabilizzatori locali, in quanto occorre considerare anche il ruolo del diaframma e del pavimento pelvico nel mantenere una corretta pressione intraddominale. Occorre quindi integrare la co-contrazione della muscolatura della parete addominale (trasverso addominale, parte profonda dell'obliquo interno e multifido) con la respirazione ed il controllo del pavimento pelvico.^{28,29}

Gli studi presenti in letteratura pongono l'attenzione principalmente sul segmento lombare senza osservare la correlazione funzionale con il resto dei segmenti spinali, né con l'occipite e il cingolo scapolare.

Nei pazienti con dolore spinale e disturbi correlati, la disfunzione neuromuscolare sembra rientrare in alcuni prevedibili e comuni schemi di risposta.

Possiamo osservare clinicamente la tendenza, in pazienti con il mal di schiena, ad alcuni elementi comuni, i quali possono essere raccolti in un paradigma generale di disfunzione: un quadro da cui partire per analizzare e comprendere la presentazione del paziente.

Il riconoscimento della disabilità del controllo motorio e la necessità di una classificazione in un sistema di relativi sottogruppi clinici con il mal di schiena è stato proposto da Sahrman^{30,31}, O'Sullivan^{32,33} e Dankaerts et al.³⁴.

Key e al. nel 2007 propongono un modello di classificazione di disfunzione del movimento: un modello integrativo, funzionale, in gran parte basato sull'osservazione clinica e l'analisi delle caratteristiche più comuni di disfunzioni neuromuscoloscheletriche, integrando la conoscenza attuale con la pratica.

Obiettivi dello studio

E' stata analizzata la letteratura più recente sul tema della stabilità di base ricercando una possibile correlazione con la cervicalgia aspecifica. In letteratura è dimostrata l'efficacia del training per la stabilità locale nella diminuzione del dolore lombare e/o cervicale e nel miglioramento dell'allineamento posturale. Lo scopo di questo lavoro è di ricercare una correlazione tra il "core stability" e il dolore cervicale, in modo da proporre un trattamento mirato di stabilizzazione globale attraverso un allineamento posturale globale allo scopo di prevenire disturbi cervicali o l'instaurarsi di un quadro patologico cronico.

È stato proposto un piano di trattamento con degli esercizi molto semplici tipo Pilates con l'ausilio di molle.

MATERIALI E METODI

Banche dati. È stata interrogata la banca dati di *MEDLINE*, attraverso il motore di ricerca di PUBMED, nel periodo compreso tra febbraio 2010 ed aprile 2010.

Key words. Per la ricerca si sono adoperate le parole chiave seguenti:

- “neck pain”;
- “posture”;
- “cervic* muscle”;
- “exercise”
- “pilates”
- “core stability”

Stringhe. Si sono utilizzate le seguenti stringhe per la ricerca:

- “neck pain” AND “posture exercise” (44 articoli);
- “cervic* muscle” AND “posture” (16 articoli);
- “core stability” AND “exercise” (45 articoli);
- “pilates” AND “posture” (10 articoli);

Limiti. Sono stati applicati i seguenti limiti durante la ricerca:

- *Full text*: disponibile;
- *Timing*: 2000-2010;
- *Language*: inglese, italiano;
- *Type of articles*: - ;

Alcuni articoli sono stati trovati nella sezione “articoli correlati”.

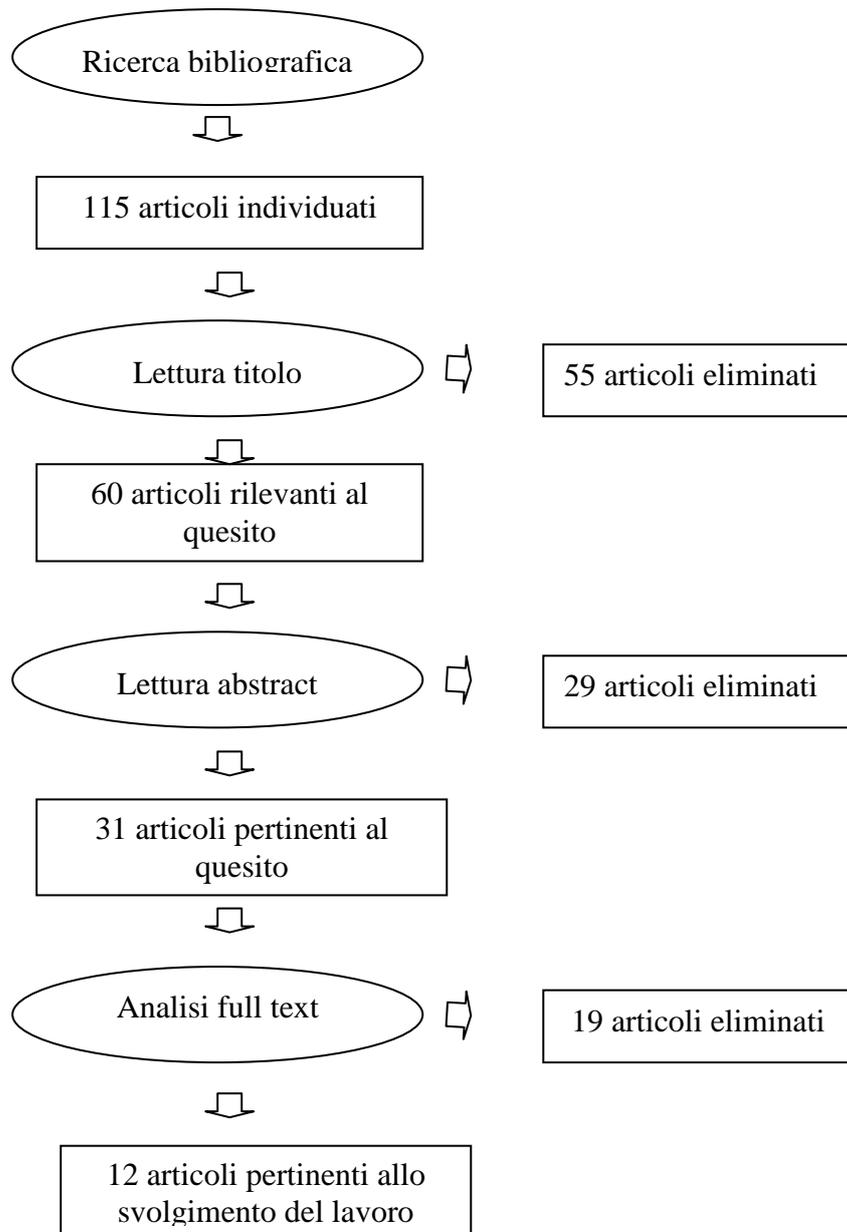
Inclusione degli studi. La strutturazione del quesito, volta a permettere la corretta inclusione degli studi, è stata svolta servendosi del modello PICO (T):

- *partecipanti:* soggetti affetti da disordini muscolo scheletrici della colonna cervicale;
- *intervento:* training posturale
- *comparazione:* -
- *outcome:* riduzione del dolore; controllo posturale
- *Time:* analisi di quadri patologici acuti e cronici

RISULTATI

Dalle ricerche sono emersi totalmente 115 articoli, dei quali ne sono stati scartati:

- 55 per la non pertinenza all'argomento trattato dopo la lettura del titolo;
- 29 dopo la lettura dell'abstract
- 23 per irrilevanti contenuti nel full text



DISCUSSIONE

Nella ricerca è stato trovato un lavoro molto interessante di Key et al. “*A model of movement dysfunction provides a classification system guiding diagnosis and therapeutic care in spinal pain and related musculoskeletal syndrome: a paradigm shift – part 1 e part 2*” il quale, partendo dalle conoscenze di base attuali, vuole dare un significato all’importanza di un approccio globale in un paziente con disturbi muscolo scheletrici al fine di evitarne una cronicizzazione.

Afferma che spesso l’obiettivo del trattamento fisioterapico non raggiunge l’obiettivo prefissato perché spesso si incentra in modo selettivo sul tratto lombare.

Si basa per lo più sull’osservazione clinica del paziente revisionando i concetti base di classificazione del sistema muscolare di Janda³⁵, ripreso poi da Bergmark³⁶, Richardson³⁷, Comerford e Motterdam³⁸ e O’Sullivan³⁹.

La proposta di Key e al. è di dare un ruolo al *Sistema Muscolare Locale (SML)* più strettamente legato alle funzioni di base che del normale meccanismo posturale riflesso.

In accordo con gli altri autori, il suo SML:

- È costituito dai segmenti più profondi dei muscoli che non contribuiscono significativamente a generare un movimento.
- È responsabile dell’aumento della rigidità segmentale, del controllo dei movimenti intersegmentari eccessivi e del mantenimento del controllo di piccoli carichi fisiologici.
- La sua azione è indipendente dalla direzione del carico o del movimento ed interviene per attività di basso carico.

- Si attivano precocemente e mantengono l'attivazione di sottofondo in tutti i normali movimenti e le posture funzionali, per controllare gli spostamenti relativi intersegmentali durante tutto l'arco di movimento^{40,41,42}.
- La riduzione del carico meccanico o della microgravità e le relative riduzioni degli input propriocettivi portano all'atrofia e alla conversione di questi muscoli profondi a reclutamento tonico a funzionare in modo più fasico^{43,44}

I muscoli di questo sistema si avvicinano ai Muscoli Fasici di Janda⁴⁵, che sembrano avere una tendenza intrinseca all'ipotonia, l'atrofia e l'inibizione oltre ad essere meno facilmente attivati in schemi di movimento soprattutto in condizioni del dolore, lesioni, affaticamento e stress.^{46,47,48}

Differiscono da questi però perché Key et al.:

- attribuiscono a questo sistema il *ruolo del controllo posturale di base* cosa che Janda fa con il gruppo che ha denominato Muscoli Posturali.
- *includono lo psoas e l'iliaco in questo sistema profondo* a differenza di Janda che li ha classificati nel suo Gruppo Posturale.

La regolazione posturale globale viene mantenuta dall'attività dei centri superiori che tengono conto della gravità e ridistribuiscono le risposte muscolari per far sì che il baricentro cada all'interno della base d'appoggio⁴⁹.

Key et al. definiscono la "central intelligence" del tronco: capacità di mantenere l'allineamento posturale, di movimento e di respirazione in modo energeticamente efficiente.

Il *Sistema Muscolare Globale* (SMG) è invece sovrapponibile al gruppo dei Muscoli

Posturali di Janda:

- Responsabile della produzione di movimento e del controllo di grandi carichi fisiologici.
- Cambiano lunghezza in modo significativo generando il range di movimento.
- Essi richiedono un sostegno di base stabile e adattabile fornito da un'adeguata attivazione del precedente sistema muscolare locale.
- Hanno una tendenza intrinseca ad essere facilmente attivati⁵⁰.
- La loro azione è aumentata in stati di dolore, fatica, stress e fatica o quando occorre elaborare schemi di movimento nuovi o complessi.⁵¹

Suggested classification of muscles belonging to the SLMS (influenced by Janda, 1987a)

1. L/S 'cylinder' as known: Transversus abdominus; Lumbar multifidus; Pelvic floor; Diaphragm
2. Rotatores interspinales intertransversarii entire axial spine—proprioceptive role+
3. Multifidus of axial spine—1° deep
4. Intercostals
5. Iliacus; Psoas
6. Deep neck flexor group
7. Deep abdominal group; 1° lower Tr.A; IO
8. Quad. lumborum—1° medial
9. Glutei— × 3
10. Lower scap. stabilisers /adjacent deep intersegmental muscles
11. Deep rotators hip and shoulder
12. Intrinsic foot muscles
13. Jaw, masticatory, speech mms

Classification of Global system muscles related to torso function [after Janda—the Postural Muscles] (Janda, 1987a)

1. Some erector spinae 1° T/L; C/T
2. Superficial abdominals
3. Quad. lumborum—lateral
4. Lat. Dorsi—especially lateral
5. Pectorals—major; minor
6. Serrati—ant; post—sup & inf.
7. Sternocleidomastoid
8. Scalenes
9. Upper trap; levator scapulae
10. Hamstrings
11. Piriformis
12. Hip flexors—RF. TFL.? Psoas
13. Short hip Adductors
14. Flexors of the upper limb
15. Extensors of the lower limb

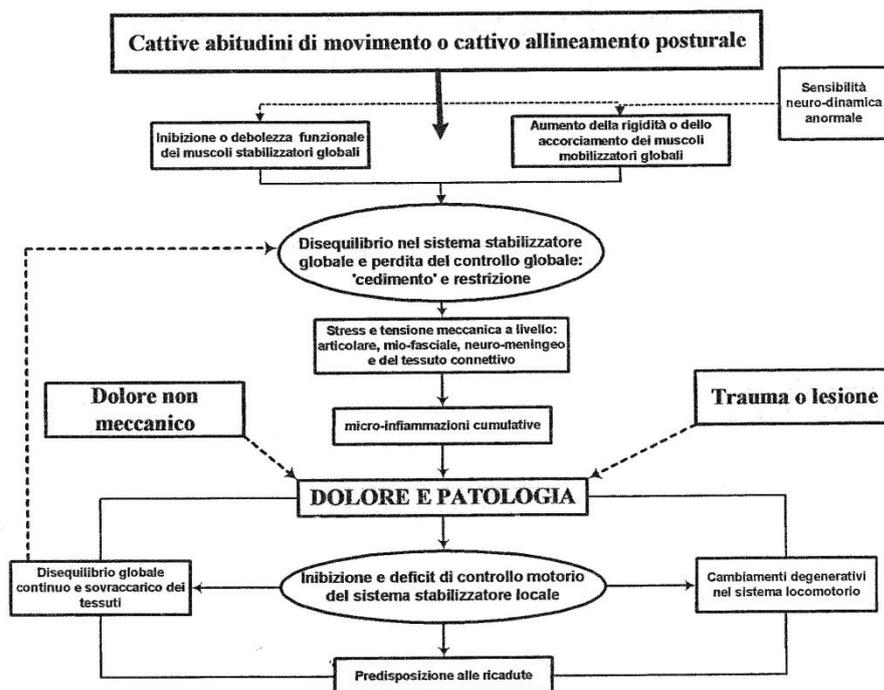
I pazienti con sindromi da dolore spinale costantemente mostrano un'alterazione dell'attività e della tempistica dei due sistemi e oltre che nelle strategie adottate per l'allineamento del corpo, il controllo posturale e l'organizzazione del movimento.

L'evidenza nella disfunzione nel sistema locale della stabilità si presenta con un'attività:

- *Ritardata*^{52,53,54}
- *Inadeguata* con relativa ipotonia, inibizione e debolezza^{55,56}
- *Scarsa* con la perdita del reclutamento tonico, dimostrando più un reclutamento fasico⁵⁷
- Di patterns stereotipati ed inadeguati per la stabilità locale degli arti e del tronco.

Una disfunzione dell'attività del sistema muscolare globale si traduce in:

- *Attivazione precoce*⁵⁴
- *Iperattività* e dominanza di patterns anormali per il controllo e il movimento antigravitari⁵⁸
- *Tendenza all'ipertrofia*, alla perdita dell'estensibilità e all'eccessiva stiffness⁵⁹
- *Maggiore attività tonica* piuttosto che fasica assumendo un ruolo maggiormente posturale⁶⁰
- Iperattività in situazioni di ridotto carico gravitazionale e relativa diminuzione degli input sensoriali⁶¹



Una ridotta attività del sistema profondo richiede l'adozione di strategie attivando il sistema superficiale, che a sua volta inibisce o non permette un'effettiva attivazione del sistema profondo. Lo stato disfunzionale in questo modo si rinforza, perpetua e si radica.

In questo modello si ritrovano le caratteristiche sequele funzionali, espressione dello squilibrio tra i due sistemi muscolari.

1. *Difficoltà a mantenere l'allineamento posturale contro gravità*: il sistema profondo è disattivato e la tendenza è al collasso aggravandosi sul sistema legamentoso passivo e/o cercando un sostegno esterno. Esiste una difficoltà di modulazione tra l'attività dei flessori/estensori compromettendo il controllo del centro di gravità. Il paziente mostrerà una mancanza di controllo dell'estensione locale o generale utilizzando in modo anomalo il SMG, il quale va precocemente in affaticamento e il sistema collassa nuovamente.
2. *Difficoltà nel controllo del bacino* che si evidenzia per una difficoltà di attivazione del SML per il controllo del bacino nello spazio, e dei movimenti di questo sugli arti inferiori e rispetto alla colonna lombare.
 - Si attiva il SMG che comporta un'eccessiva stabilizzazione del bacino, mentre il controllo lombare e del posizionamento spaziale del bacino diminuisce.
 - Conseguenza di tale squilibrio può essere: un maggiore spostamento anteriore o posteriore dalla posizione neutra e la riduzione delle rotazioni sui due piani, orizzontale e sagittale, compromettendo la trasmissione del movimento durante il cammino⁶²

- L'alterata posizione del sacro pregiudica il corretto allineamento posturale e il controllo del resto della colonna vertebrale. Con la perdita della normale lordosi lombare viene messo a repentaglio il controllo segmentale.
- 3. *Difficoltà di controllo segmentario*, da parte del sistema profondo deficitario, delle zone particolarmente rigide o particolarmente mobili e ridotta abilità di dissociazione del movimento tra pelvi e arti inferiori e/o colonna lombare.
- 4. Il *deficit cinestesico, del senso di posizione e propriocettivo* compromette la pianificazione e il controllo motorio.
- 5. Il *ridotto repertorio di adattamenti posturali e aggiustamenti* portano all'adozione delle strategie di movimento più primitive e stereotipate. Esiste una difficoltà a modulare la coattivazione dei flessori profondi con gli estensori per ottenere un allineamento equilibrato e un buon controllo del tronco.
- 6. Lo squilibrio muscolare e la tendenza ad adottare pattern sinergici stereotipati *impediscono il controllo di rotazione lungo la colonna vertebrale e tra la colonna e i cingoli*. Spesso in molti approcci è sottovalutata l'importanza della trasmissione di tale rotazione per una corretta funzionalità del tronco. McGill⁶³ ha dimostrato che l'oscillazione degli arti superiori durante la deambulazione svolge l'importante ruolo di assistenza alle rotazioni pelviche diminuendo del 10% lo stress sulla colonna.

7. Viene *limitata l'efficacia dello spostamento del carico all'interno della base d'appoggio*. Spesso questo paziente ha la tendenza ad allargare la base di appoggio per limitare gli effetti delle perturbazioni esterne, reagendo la maggior parte delle volte con un abbassamento del baricentro e con strategie di immobilizzazione, attivando il SMG invece di sfruttare il sistema profondo.
8. Aumenta l'impegno del SMG, spesso con uno *sforzo eccessivo ed in apnea*. I movimenti rapidi non trovano un sostegno da parte del sistema profondo, probabilmente per la riduzione degli input afferenti.¹⁸
9. *Adozione di patterns respiratori disfunzionali*.
- L'inadeguato controllo del SML compromette la stabilità del "nucleo" e conseguentemente l'ottimale funzionamento del diaframma. Inoltre il collasso della gabbia toracica sulle pelvi e la rigidità segmentale compromettono anche il funzionamento dei muscoli intercostali. Si ha così un'attivazione anormale dei muscoli accessori della respirazione: scaleni, sternocleidomastoideo, pettorale, serrato anteriore e trapezio superiore.⁶⁴ (fig. 1)

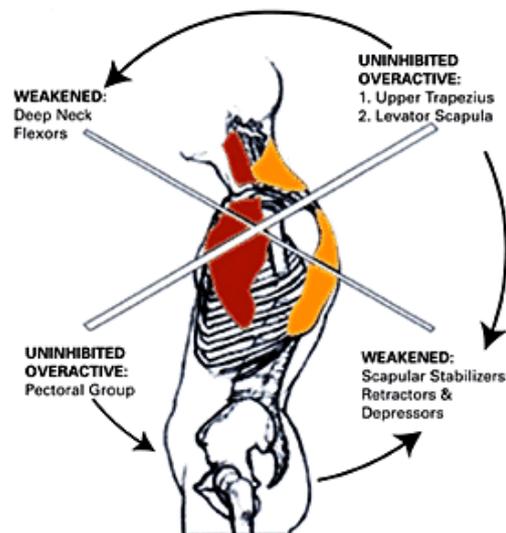


Figura 1: squilibrio muscolare dei muscoli del cingolo scapolare

- È possibile l'instaurarsi di una sindrome iperventilatoria con l'alterazione del controllo motorio, modifiche del ritmo e della sequenza di attivazione muscolare, incentivando l'utilizzo dei muscoli del SMG.
- I fasci addominali superiori, che normalmente sono muscoli accessori all'espiazione in compiti ad alta domanda, si riscontrano sempre più frequentemente attivati nel tentativo di controllare le pelvi, incentivati anche dal forviante utilizzo del comando verbale dell'operatore "tieni la pancia indentro" come spesso viene utilizzato nella concezione del "core stability".

Secondo Key et al. se il paziente non è in grado di controllare il movimento andrà incontro ad una serie di conseguenze come difficoltà respiratorie, tensioni cervicali e cronicizzazione del dolore lombare. Questa tesi è confermata da uno studio di Thompson⁶⁵.

Inoltre lo stress emotivo e l'ansia sono predittori di un'alterazione del pattern respiratorio e dell'assetto posturale, favorendo l'attivazione del SMG della parte superiore del tronco. In questo caso viene alterato la "central intelligence" e il paziente non è in grado di muoversi in modo armonioso respirando adeguatamente.

10. La *gabbia toracica* oltre ad avere il ruolo fondamentale nella respirazione, nel controllo posturale è anche *sede di inserzione di molti muscoli del SMG*. Le alterazione e gli squilibri sopra citati rendono questa zona da "funzionalmente rigida" a "strutturalmente rigida".
- Una disfunzione della zona toracica medio/bassa compromette l'efficacia del controllo lombo-pelvico e degli arti inferiori creando dei presupposti allo sviluppo di dolore lombare e infortuni agli arti inferiori.

- *Una disfunzione a carico della zona toracica superiore compromette l'orientamento della testa nello spazio e il controllo del capo sul collo portando inevitabilmente a dolori cervicali* (foto 1). Spesso è presente un aumento della cifosi dorsale e frequentemente a livello T5-T8. Vari studi^{62,66} hanno dimostrato che durante il cammino la rotazione tra il cingolo pelvico e il cingolo scapolare avviene a livello di T7. Dal momento che in questi pazienti il livello è particolarmente rigido, compensano a livello lombare o cervicale.
11. Tali strategie neuromuscolari adottate, se mantenute nel tempo possono portare a delle *modifiche biomeccaniche e articolari*.
- Si alterano le normali curve fisiologiche traducendosi in uno stress di carico alterato sulle articolazioni e sui tessuti molli variando anche la linea di trazione muscolare.
 - Si presenta una ridotta estensione locale e/o generale soprattutto a livello del segmento toracico.
 - Le regioni particolarmente rigide fungono da “blocco”, mentre quelle relativamente ipermobili agiscono come “cerniera”: clinicamente queste zone si presentano come sintomatiche.



Foto 1: alterazioni posturali a carico del rachide cervicale

La modificazione dell'allineamento pelvico clinicamente può dare origine a due *quadri disfunzionali primari*.

1. "*Posterior Pelvic Crossed Syndrome*" (foto 2) caratterizzato da:

- uno spostamento posteriore del bacino antiverso
- traslazione anteriore del tronco
- aumento della lordosi a livello della giunzione toracolombare e perdita del controllo della lombare bassa
- addome prominente, polpacci voluminosi e scarsa definizione della zona lombare bassa

Key et al. danno un'estrema importanza alla sinergia tra lo psoas, in questo caso iperattivo, e l'iliaco, che invece si trova in una posizione allungata e non riesce a controllare la rotazione anteriore delle pelvi. A sostegno di ciò Andersson et al.⁶⁷ mostrano un individuale e specifico pattern di attivazione tra l'iliaco e lo psoas per garantire la stabilità e la mobilità del segmento lombare e del cingolo pelvico in soggetti sani.

I muscoli ipotonici/allungati che si riscontrano sono:

- retto dell'addome e muscoli del pavimento pelvico
- multifido lombosacrale
- iliaco, rispetto al controllo della rotazione anteriore al livello della giunzione lombosacrale
- medio gluteo
- attività diaframmatica inefficiente

I muscoli ipertonici/accorciati sono:

- erector spinae toracolombare
- flessori d'anca, principalmente lo psoas
- piriforme
- rotatori interni d'anca maggiormente che i rotatori esterni

Si verifica quindi un'attivazione inappropriata del SMG e in particolare degli estensori del tronco e dello psoas.

Il ruolo dello psoas continua ad essere un argomento molto dibattuto.^{68,69}

Inoltre lo spostamento posteriore del bacino compromette l'espansione della base del diaframma posteriormente.



Foto 2: vista anteriore e laterale della "Posterior Pelvic Crossed Syndrome"

Questo quadro è riconducibile al Pattern in Estensione della classificazione proposta da O'Sullivan.⁷⁰

2. “*Anterior Pelvic Crossed Syndrome*” (foto 3) si presenta con:

- uno spostamento anteriore del bacino retroverso
- traslazione posteriore del tronco in atteggiamento flessorio con un accorciamento degli addominali superiori
- colonna lombare flessa ed anche estese
- natiche e polpacci ipotonici, cifosi dorsale e anteposizione del capo

Schematicamente i muscoli ipotonici/allungati sono:

- muscoli del pavimento pelvico
- multifido lombare, soprattutto il profondo
- ridotta escursione diaframmatica
- iliaco e psoas
- glutei

I muscoli ipertonici/accorciati sono:

- ischiocrurali
- piriforme
- addominali obliqui interni
- rotatori esterni d'anca maggiormente che i rotatori interni

In questo quadro sia l'iliaco che lo psoas sono deficitari, insieme al multifido e al trasverso e creano una ridotta capacità di rotazione anteriore delle pelvi e il controllo della lordosi lombare.

Le articolazioni lombari e le strutture intersegmentarie incluse il disco sono stressate in un end range flessorio vulnerabile ed instabile, e vanno inevitabilmente incontro a degenerazione.



Foto 3: vista anteriore e laterale della "Anterior Pelvic Crossed Syndrome"

La traslazione anteriore del bacino compromette fortemente il respiro diaframmatico impedendone la discesa e richiedendo l'impiego della gabbia toracica superiore che sfocia in sindromi di dolore cervicale. Questo quadro è sovrapponibile al Pattern in Flessione di O'Sullivan.

Clinicamente forse la forma maggiormente riscontrata è quella mista, con tendenza ad una delle due forme pure. Key et al. ipotizzano questa forma come una possibile conseguenza di alcuni programmi terapeutici inappropriati che applicando il concetto di "core stability" incappano in un allenamento per un "core rigidity" e inducono un'ulteriore fissazione del nucleo intorno al centro di gravità corporeo compromettendo la respirazione.^{32,71,65}

Comerford e Mottram⁷¹, Comerford⁷² sottolineano come alcuni esercizi terapeutici sono destinati a rafforzare i muscoli deboli di tutto il core e altri sono destinati a migliorare il

reclutamento dei muscoli, che possono essere ipoattivi e che non ricoprire il proprio ruolo nella sinergia di controllo neuromuscolare per il tronco e i cingoli.

La differenza, come suggerisce Comerford, è relativa alla soglia di reclutamento necessaria per ogni tipo di esercizio:

- per il “rafforzamento del core” bisogna allenare le unità a motorie veloci in modo efficace,

- mentre per il “controllo della stabilità del core” occorre l’utilizzo di carichi posturali più piccoli, volti a recuperare le soglie di reclutamento delle unità motorie lente, della ripresa dei patterns di reclutamento più corretti e migliorare la resistenza della struttura.

Il problema clinico consiste nella valutazione delle problematiche del paziente in modo che sia settato correttamente l’esercizio⁷³.

A queste forme di “sindromi pelviche” si associa frequentemente quella che è stata definita già da Janda come la “*Shoulder Crossed Syndrome*” e spiega il motivo della frequente coesistenza di dolore lombare e cervicale (fig. 2).

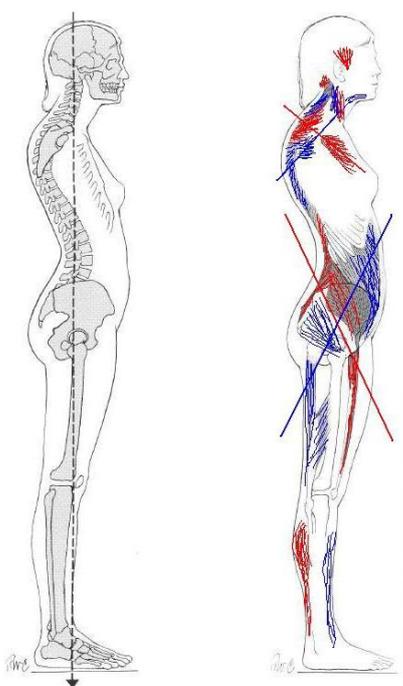


Figura 2: schema degli squilibri muscolari globali

L'intero sistema neuromuscoloscheletrico è affetto da questo squilibrio del sistema muscolare creando un sistema disfunzionale complesso, che a sua volta creerà:

- *disregolazioni segmentali locali o dolore riferito*, sia somatiche che dermatomeri che
- *un'alterazione della qualità delle informazioni* afferenti verso il SNC, modificate ulteriormente in uscita
- *i muscoli* innervati da tali segmenti irritati possono essere: *o inibiti*, come più frequentemente accade per i muscoli del sistema locale avendo un'innervazione segmentale; *o facilitati*, come nel caso del sistema muscolare globale.

Mentre alcuni concetti alla base dei vari esercizi per la stabilizzazione mostrano elementi differenti che caratterizzano i loro approcci, esiste un gruppo di *caratteristiche* che sono *comuni* a tutti:

- Movimenti pluriarticolari
- Movimenti lenti
- Movimenti con poca forza
- Movimenti di grande ampiezza
- Coordinazione e controllo della rotazione
- Concetto di "core"
- Respiro coordinato
- Coscienza della postura
- Controllo del centro di gravità di un segmento rispetto a quelli adiacenti
- Controllo prossimale per i movimenti distali

Tra i metodi alternativi è stato preso in considerazione il Pilates dove il “core” viene denominato “powerhouse”.

Joseph Hubertus Pilates introdusse, nella sua rieducazione motoria, l’utilizzo di molle e sfruttandone le caratteristiche, stimolava il movimento mediante “forze non distruttive” e prive di rischi.

Ad oggi la metodica si avvale di attrezzi: Universal Reformer, Cadillac, Chair, Barrel, nei quali la molla è lo strumento principale. Tali attrezzi sono da considerare una facilitazione nell’esecuzione degli esercizi in quanto senza attrezzistica il controllo motorio, soprattutto se deficitario, potrebbe risultare molto difficoltoso e addirittura rinforzare i compensi inadeguati. È la resistenza elastica intrinseca della molla stessa che consente al muscolo di modulare il movimento senza andare oltre il limite massimo delle proprie capacità senza sovraccaricare le articolazioni.

Tale metodo può essere proposto come trattamento nei pazienti con neck pain aspecifico in quanto si basa su dei principi che possono essere considerati sovrapponibili a quelli sopra descritti: oltre alla adeguata concentrazione - attraverso la quale si ricerca un ottimale controllo muscolare, in particolare del centro - precisione e fluidità del movimento, Pilates enfatizza l’utilizzo della respirazione in modo coordinato con i movimenti eseguiti.

Muscolino⁷⁴ afferma che il metodo Pilates ha tre principali effetti sul core:

1. influenza la posizione del bacino sul piano sagittale
2. rafforza direttamente e rende più flessibili le strutture del rachide
3. aumenta la pressione intra-addominale

Il concetto di “aumento della pressione intra-addominale” viene spesso associato a quello “rigidità addominale”. L’aumento della rigidità del core si traduce in un aumento della stabilità⁷⁵. Durante un respiro profondo il diaframma abbassandosi permette un

maggior ingresso di aria all'interno dei polmoni; di conseguenza aumenta la pressione intratoracica e, dato che la cavità addominale e quella toracica sono anatomicamente e funzionalmente inscindibili, se i muscoli del core sono sufficientemente forti, si ottiene un aumento della stabilità dell'intero tronco.

Durante l'esecuzione degli esercizi è richiesto un rilassamento dei muscoli del collo e delle spalle e di non trattenere mai il respiro, facendo attenzione a non elevare le spalle durante l'inspirazione (fig. 3).



Figura 3. A sinistra: posizione scorretta delle spalle durante l'esecuzione degli esercizi. Questo può provocare tensioni muscolari a livello cervicale. A destra: giusta posizione per raggiungere una corretta postura e alleviare le tensioni cervicali.

Gli esercizi ricercano sempre una posizione di massima stabilità della colonna vertebrale (fig. 4), in qualsiasi posizione venga eseguita: in piedi, supino, di fianco, seduto.

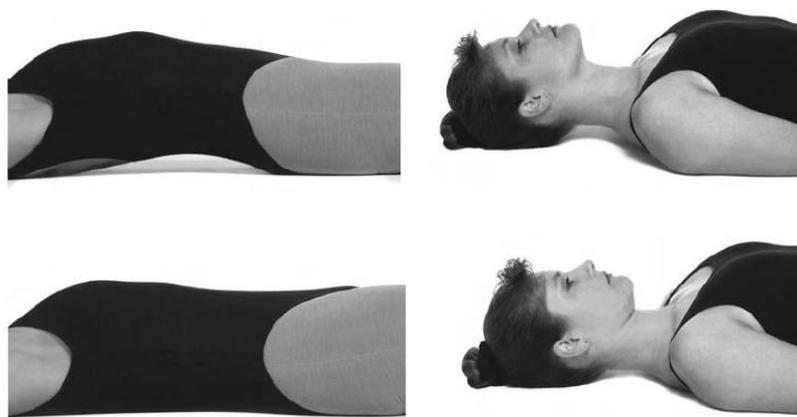


Figura 4: le figure superiori rappresentano la posizione naturale, mentre nelle posizioni rappresentate inferiormente si ricerca la stabilità della colonna vertebrale.

Johnson et al.⁷⁶ hanno dimostrato un miglioramento dell'equilibrio dinamico in una popolazione di adulti sani, misurato tramite la FRT (funzional reach test). Gli autori ipotizzano che tale miglioramento, riscontrato anche dopo 72 ore, è avvenuto per un miglioramento del controllo motorio e della cinestesia.

In un paziente con neck pain aspecifico possiamo proporre un piano di trattamento secondo Pilates con l'utilizzo delle molle.

In ogni esercizio Pilates eseguito con la molla (o con un elastico) vengono attivate sempre 2 fasi:

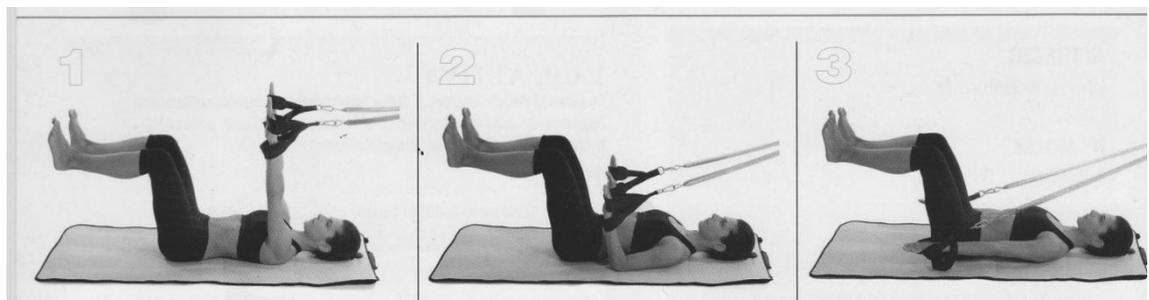
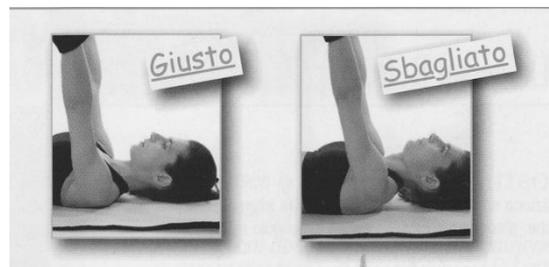
FASE ATTIVA: dove il lavoro è di tipo concentrico, contro la resistenza dell'attrezzo.

FASE DI CONTROLLO: dove il lavoro è di tipo eccentrico, controllando fluidità, ritmo e ampiezza del movimento.

Si eseguono 8 ripetizioni.

- ✓ **Shoulder mobilization:** *ricerca la consapevolezza della mobilità del cingolo scapolare.*

Posizione di partenza: supino, con le braccia allungate in avanti, mantenendo il cingolo scapolare adeso a terra e le molle leggermente in tensione.



1. fase attiva: inspirare e allungare gli arti superiori verso il soffitto, protraendo le scapole; espirare e ritornare alla posizione di partenza.

2. fase attiva: inspirare e flettere i gomiti a 90° facendoli aderire al tronco e leggermente sollevati dal suolo; espirare e ritornare alla posizione di partenza.

3. fase attiva: espirare estendendo i gomiti, allineando le braccia lungo i fianchi

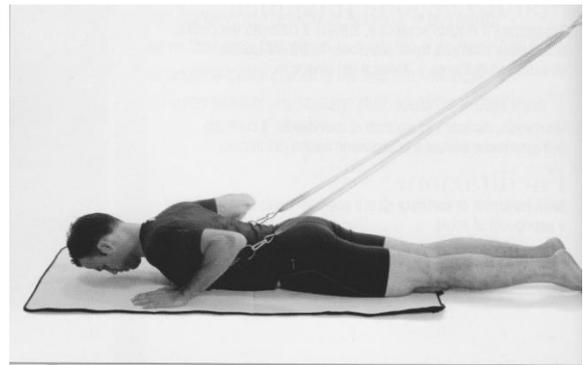
fase di controllo: inspirare e ritornare alla posizione di partenza ricercando la fluidità del movimento, senza cedimento del collo e delle spalle.

Nota: durante l'esecuzione del movimento le molle sono sempre in leggera tensione, il collo allungato e le spalle distanti dalle orecchie.

Evoluzione in posizione prona.

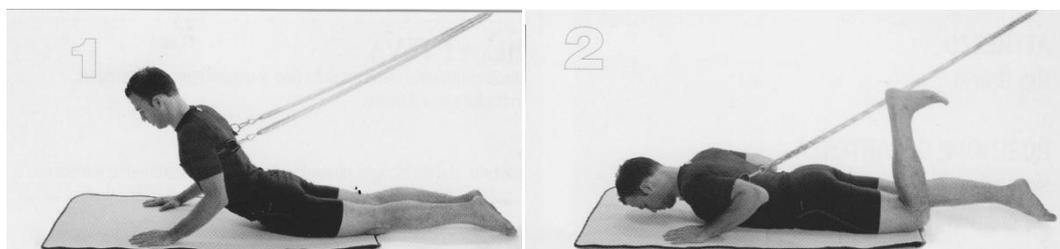
- ✓ **Swan dive kick**: corregge l'allineamento durante il movimento di estensione del tronco, associata alla flessione della gamba.

Posizione di partenza: prono, con le mani in appoggio all'altezza delle spalle.



1. fase di controllo: espirare e accompagnare con fluidità le tensioni delle molle, portando il tronco in estensione e cercando l'allungamento degli addominali

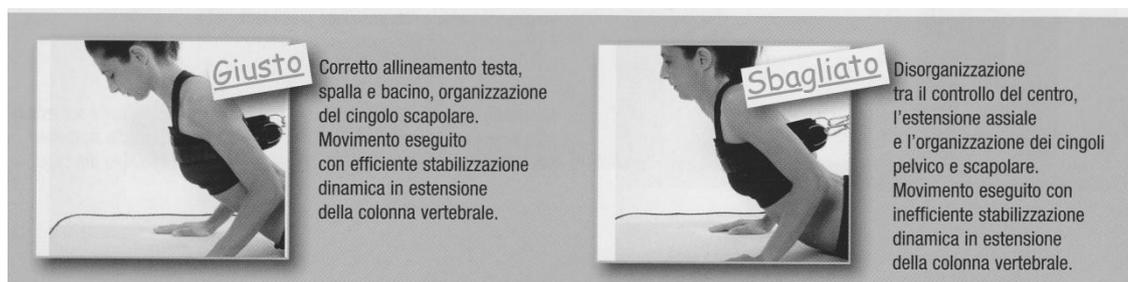
fase attiva: espirare e mantenere l'allineamento del tronco e della testa, vincendo la resistenza delle molle per tornare alla posizione di partenza.



2. fase attiva: espirare e avvicinare un tallone ai glutei con il piede in flessione dorsale.

Ripetere tutto l'esercizio con l'altro arto inferiore.

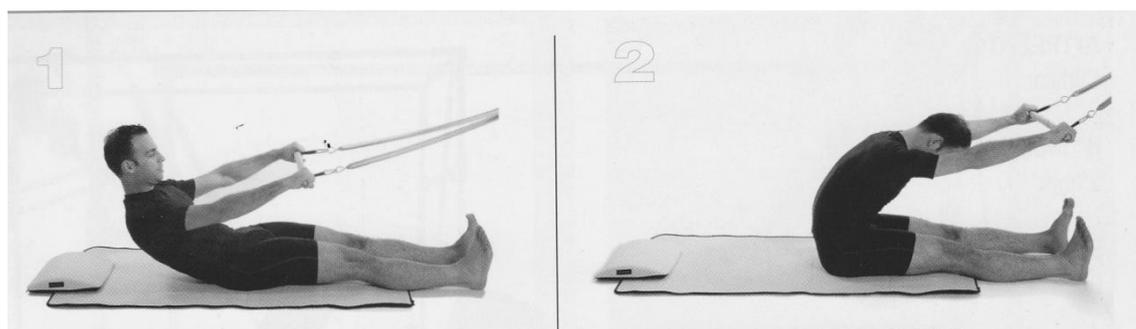
Nota: attenzione a mantenere sempre il bacino in posizione neutra e controllare il cingolo scapolare per non cedere con le spalle e il tratto cervicale.



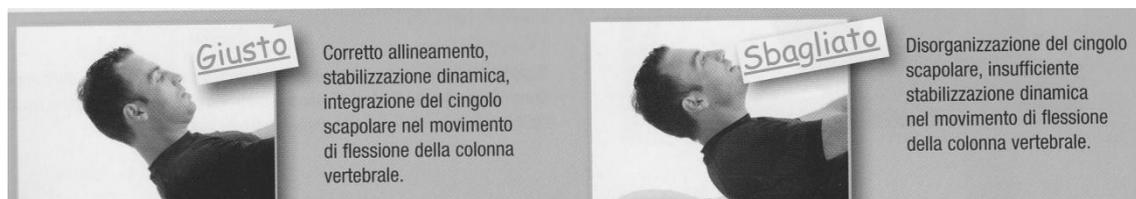
Preparazione al passaggio dalla posizione sdraiata a seduta.

- ✓ **Roll up/Roll down:** corregge la ridotta mobilità del tratto dorso-lombare, controllando il cingolo scapolare.

Posizione di partenza: seduto, con le gambe tese e i piedi in flessione dorsale. Braccia tese in avanti afferrando il bastone.



1. fase attiva: espirare e appoggiare un segmento alla volta (partendo dalla zona lombare) fino a raggiungere la posizione supina, con spalle e nuca sul tappetino; espirare e favorire l'allungamento, concentrandosi sulla spinta dei talloni in opposizione al movimento del rachide.
2. fase di controllo: espirare e staccare dal tappetino una zona dopo l'altra del rachide (a partenza dalla cervicale), fino a terminare con il busto flesso in avanti.

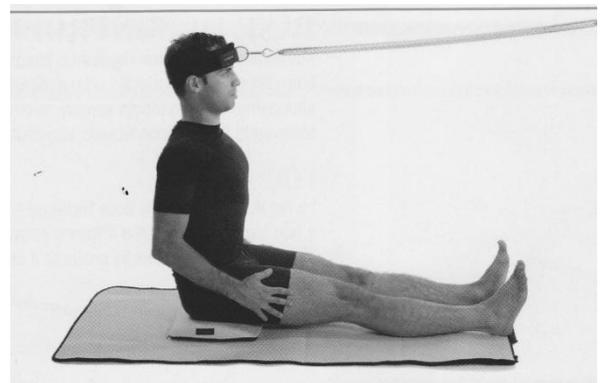
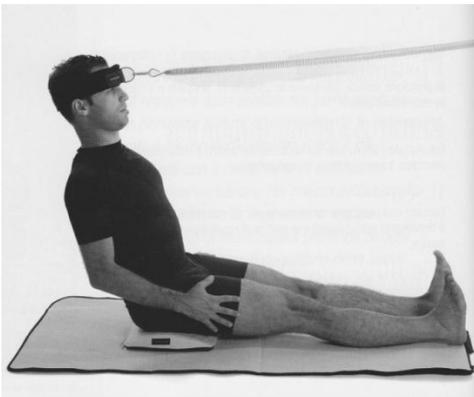


Nota: se il paziente mantiene con troppa difficoltà la posizione delle gambe, l'esercizio può essere eseguito a ginocchia flesse.

Ricerca dell'estensione assiale.

- ✓ **Straight on:** corregge l'allineamento posturale del tronco sul piano sagittale in posizione seduta.

Posizione di partenza: seduto con il tronco oltre i 90° rispetto agli arti inferiori, piedi in flessione dorsale e mani appoggiate sulle cosce.



Fase attiva: espirare e portare il busto a 90°, mantenendo l'estensione assiale eseguire 8 respirazioni, cercando ogni volta una miglior verticalizzazione.

Fase di controllo: mantenendo l'estensione assiale acquisita, ritornare alla posizione iniziale.



CONCLUSIONI

Alla luce degli articoli esaminati può essere proposto un approccio terapeutico globale di riequilibrio dei due sistemi muscolari, locale e globale, per limitare l'incidenza di recidive di cervicalgia aspecifica in pazienti con difetti di allineamento posturale.

È necessario però prima una rieducazione della stabilità locale dove sono prioritari il controllo motorio e il reclutamento, e non la forza e la flessibilità. Importante in questa fase è il ripristino dell'equilibrio tra lo psoas e l'iliaco, che svolgono un ruolo fondamentale in tutto l'assetto posturale conseguente.

L'eccessiva enfasi attuale sul potenziamento addominale è una male applicazione del concetto di "core control". In particolare in pazienti con Anterior Pelvic Crossed

Syndrome questo potenzialmente può:

- indurre un'ulteriore perdita della lordosi;
- imprimere un'ulteriormente la tendenza ad uno spostamento anteriore del bacino
- compromette la respirazione.

Migliorare il controllo lombo-pelvico-femorale e la respirazione diaframmatica può essere d'aiuto nel diminuire la necessità dell'utilizzo del sistema globale almeno della parte superiore del corpo.

Possono essere d'aiuto esercizi propriocettivi, attuati sul pallone o su superfici instabili, che permettono di ripristinare in modo inconscio il controllo dinamico.

Lo stesso scopo può essere raggiunto anche mediante altri approcci come il Pilates, a condizione che ogni strategia sia eseguita senza l'evocazione dei sintomi e controllando la qualità e la precisione del gesto, l'assenza di cedimenti, di restrizioni e di asimmetrie.

BIBLIOGRAFIA

1. Fejer R, Kyvik K, Hartvigsen, 2006. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature." *J. Eur spine J* 2006, 15:834-848
2. Treleaven J, Jull G, LowChoy N, 2006. The relationship of cervical joint position error to balance and eye movement disturbances in persistent whiplash. *Manual Therapy* 2006, 11:99–106.
3. Field T, Figueiredo B, Hernandez-Reif M, Diego M, Deeds O, Ascencio A. Massage therapy reduces pain in pregnant women. *J Bodyw Mov Ther.* 2008 Apr;12(2):146-50. Epub 2007 Oct 2.
4. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB, 2005. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work - 2: neck and shoulder kinematics. *Manual Therapy* 10 (4): 281-91
5. Falla D, Jull G, Russell T, Vicenzino B, Hodges P, 2007a. Effect of Neck Exercise on Sitting Posture in Patients With Chronic Neck Pain. *Phys Ther.* 87(4):408–417.
6. Schuldt K, Ekholm J, Harms-Ringdahl K, Nemeth G, Arborelius UP. Effects of changes in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity. *Ergonomics* 1986; 29(12):1525–37
7. O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendall M, Lapenskie SC, Moller NE, Richards KV, 2002. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine* 2002;27(11):1238–44.
8. O'Sullivan PB, Dankaerts W, Burnett AF, Farrell GT, Jefford E, Naylor CS, et al, 2006. Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain-free population. *Spine* 2006;31(19):E707–12.
9. O'Sullivan P. *Clinical instability of the lumbar spine, modern manual therapy*, Boyling and Jull. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier; 2004.
10. Falla D, O'Leary S, Fagan A, Jull G. Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting. *Manual Therapy* 2007b;12(2):139–43.
11. Kendall P, McCreary, Rodgers, Romani. *I muscoli: funzioni e test con postura e dolore* 2005 Verduci Editore
12. Sahrmann SA, 1993. Movement as a cause of musculoskeletal pain. MPPA Conference Proceedings.
13. MacDonald, D.A., Moseley, G.L., Hodges, P.W., 2006. The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Manual Therapy* 11, 254e263.
14. Lee DC, Lim HK, McKay WB, Priebe MM, Holmes SA, Sherwood AM. Toward an object interpretation of surface EMG patterns: a voluntary response index (VRI) *J Electromyogr Kinesiol.* 2004 Jun;14(3):379-88.
15. Richardson, C.A., Jull, G., Hodges, P., Hides, J., 1999. *Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilisation in Low Back Pain—a Scientific basis and Clinical Approach*. Churchill Livingstone, New York.
16. Richardson, C., Hodges, P., Hides, J., 2004. *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization*. Churchill Livingstone 152e157.
17. Lee, D., 2004. *The Pelvic Girdle*. Churchill Livingstone
18. Comerford, M., Mottram, S., 2001. Movement and stability dysfunction—contemporary developments. *Manual Therapy* 6 (1), 15–26.
19. McGill, S., 2002. *Low Back Disorders*. Human Kinetics.
20. McGill, S., 2007. Lumbar spine stability: mechanism of injury and restabilization. In: Liebenson (Ed.), *Rehab of the Spine A Practitioner's Manual*. Lippincott Williams and Wilkins, p. 102
21. Chek, P., 1996. Program design e choosing reps, sets, loads, tempo and rest periods. Correspondence Course, CHEK Institute, Vista, CA, USA.
22. Poliquin, C., 2006. *Modern Trends in Strength Training*, fourth ed. Poliquin Perfo Centers, pp. 10e11.
23. Baechle, T., Earle, R., 2000. *Essentials of Strength Training and Conditioning*, second ed. Human Kinetics.
24. Akuthota V, Nadler SF, 2004. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*; 85 (3 suppl 1): S86-92
25. Kibler WB, Press J, Sciascia A, 2006. The role of core stability in athletic function. *Sport Medicine*; 36 (3): 189-98
26. Liebenson, C., 2007. A modern approach to abdominal training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 11, 194e198.
27. Koumantakis, G.A., Watson, P.J., Oldham, J.A., 2005. Trunk muscle stabilization training versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Physical Therapy* 85, 209e225.
28. O'Sullivan, P.B., 2000. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilising exercise management. *Manual Therapy* 5 (1), 2–12.

29. O'Sullivan, P.B., Burnett, A., Floyd, A., Gadsdon, K., Logiudice, J., Miller, D., Quirke, H., 2003. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine* 28 (10), 1074–1079.
30. Sahrman, S., 2001. Effects on muscle of repeated movements and sustained postures. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Movement Dysfunction, Edinburgh*.
31. Sahrman, S., 2002. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. Mosby, Louis
32. O'Sullivan, P., 2005. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as an underlying mechanism. *Man Ther* 10, 242–255.
33. O'Sullivan, P., 2006. Classification of lumbopelvic pain disorders— why is essential for management. *Manual Therapy* 11, 169–170.
34. Dankaerts, W., O'Sullivan, P.B., Straker, L., Burnett, A.F., Skouen, J.S., 2006a. The inter-examiner reliability of a classification method for non-specific chronic low back pain patients with motor control impairment. *Manual Therapy* 11, 28–39.
35. Janda, V., 1978. Muscles, central nervous motor regulation and back problems. In: Korr, I.M. (Ed.), *Neuro Biologic Mechanisms in Manipulative Therapy*. Plenum Press, New York.
36. Bergmark, A., 1989. Stability of the lumbar spine—a study in mechanical engineering. *Supplementary Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum* 60 (230).
37. Richardson, C.A., Jull, G.A., Hides, J., 2000. A new clinical model of the muscle dysfunction linked to the disturbance of spinal stability: implications
38. Comerford, M., 2001. What comes first—the pain or the dysfunction? Integration of local and global stability systems in rehab. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Movement Dysfunction, Edinburgh*.
39. O'Sullivan, P.B., 2004. 'Clinical Instability' of the lumbar spine: its pathological basis, diagnosis and conservative management. In: Boyling, J.D., Jull, J.A. (Eds.), *Modern Manual Therapy*. Elsevier, Amsterdam, pp. 311–322.
40. Hodges, P.W., 1999. Is there a role for transversus abdominis in lumbo—pelvic stability? *Manual Therapy* 4 (2), 74–86.
41. Hodges, P.W., Richardson, C.A., 1996. Inefficient muscular stabilisation of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 21, 2640–2650
42. Mosely, L., Hodges, P.W., Gandevia, S.C., 2000. Deep and superficial fibres of Multifidus are controlled independently during arm movements. In: *Proceedings of the IFOMT, Perth*.
43. Richardson, C.A., 2001. Prevention of musculoskeletal injury: integration of the past and present for the future. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Movement Dysfunction, Edinburgh*.
44. Richardson, C.A., 2005. Living without gravity: implications for the prevention of musculoskeletal injury. In: *MPA Conference Workshop*.
45. Janda, V., 1987a. Muscles and motor control in low back pain—assessment and management. In: Twomey, L. (Ed.), *Physical Therapy of the Low Back*, first ed. Churchill Livingstone, New York, pp. 253–278.
46. Janda, V., 1984. Motor learning impairment and back pain. *Journal of Manual Medicine* 22, 74–78.
47. Janda, V., 1968. Postural and Phasic Muscles in the pathogenesis of low back pain. In: *Proceedings of the XIth Congress ISRD, Dublin*, pp. 553–554
48. Janda, V., 1984, 1985, 1989, 1995. Course notes Sydney
49. Favilla M. Reaching movements: mode of motor programming influences programming time. *Exp Brain Res*. 2002 Jun;144(3):414-8. Epub 2002 Apr 19.
50. O'Sullivan, P.B., Dankaerts, W., Burnett, A., Farrell, G., Jefford, E., Naylor, C., O'Sullivan, K., 2006. Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain free population. *Spine* 31 (19), E707–E712.
51. Janda, V., 1980. Muscles as a pathogenic factor in back pain. In: *Proceedings of the IFOMT, New Zealand*.
52. Hodges, P.W., Richardson, C.A., 1996. Inefficient muscular stabilisation of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 21, 2640–2650.
53. Hodges, P.W., Richardson, C.A., 1998. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limbs. *Journal of Spinal Disorder* 11, 46–56.
54. Hungerford, B., Gilleard, W., Hodges, P., 2003. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine* 28 (14), 1593–1600.
55. Hides, J.A., Richardson, C.A., Jull, G.A., 1996. Multifidus muscle recovery is not automatic following resolution of acute first episode low back pain. *Spine* 21, 2763–2769.

56. Hides, J.A., Richardson, C.A., Jull, G.A., 2000. Long term affects of specific stabilizing exercises for first episode low back pain. In: Proceedings of the IFOMT, Perth.
57. Mannion, A.F., Weber, B.R., Dvorak, J., Grob, D., Muntener, M., 1997. Fibre type characteristics of the lumbar paraspinal muscles in normal healthy subjects and in patients with low back pain. *Journal of Bone Joint and Surgery* 15, 881–887.
58. Dankaerts, W., O’Sullivan, P., Burnett, A., Straker, L., 2006c. Altered patterns of superficial trunk muscle activation during sitting in non-specific chronic low back pain patients. *Spine* 31 (17), 2017–2023.
59. Janda, V., 1987a. Muscles and motor control in low back pain—assessment and management. In: Twomey, L. (Ed.), *Physical Therapy of the Low Back*, first ed., Churchill Livingstone, New York, pp. 253–278.
60. Gleeson, M.G., 2001. The Alexander technique. In: Proceedings of the 1st International Conference on Movement Dysfunction, Edinburgh.
61. Belavy, D.L., Richardson, C.A., Wilson, S., Darnell, R., Toppenberg, R., Rittweger, J., Felsenberg, D. 2005. Long term overactivity in the abdominal oblique muscles after 8 weeks bed-rest—implications for inactivity, lumbar spine stability and sedentary lifestyle. In: Proceedings of the 14th Biennial Conference MPA, Brisbane, 2005.
62. Gracovetsky, S., 1997. Linking the spinal engine with the legs: a theory of human gait. In: Vleeming, A., Mooney, V., Dorman, T., Snijders, C.,
63. McGill, S., 2004. *Ultimate Back Fitness and Performance*. Wabuno Publ., p. 167.
64. Kendall, F.P., McCreary, E.K., Provance, P.G., 1993. *Muscles, Testing and Function*, fourth ed. Williams and Williams.
65. Thompson, J., O’Sullivan, P., Briffa, K., Neumann, P., 2004. Motor control strategies for activation of the pelvic floor. In: Proceedings of the 5th Interdisciplinary World Congress on Low Back and Pelvic Pain, Melbourne
66. Kapandji, I.A., 1974. *The Physiology of the Joints. The Trunk and Vertebral Column*, vol. 3. Churchill Livingstone, New York.
67. Andersson, E., Oddsson, L., Grundstrom, H., et al., 1995. The role of the psoas and iliacus muscles for stability and movement of the lumbar spine, pelvis and hip. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1, 6–10.
68. Penning, L., 2000. Psoas muscle and lumbar spine stability: a concept uniting existing controversies. *European Spine* 9, 577–585.
69. Hansen, L., de Zee, M., Rasmussen, J., Andersen, T.B., Wong, C., Simonsen, E.B., 2006. Anatomy and biomechanics of the back muscles in the lumbar spine with reference to biomechanical modelling. *Spine* 31 (17), 1888–1899.
70. O’Sullivan, P., 2005. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as an underlying mechanism. *Manual Therapy* 10, 242–255.
71. Comerford, M.J., Mottram, S.L., 2001. Functional stability retraining: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Manual Therapy* 6 (1), 3e14.
72. Comerford, M.J., 2004. Core stability: priorities in rehab of the athlete. *SportEx Medicine* 22, 15e22.
73. Mottram, S.L., Comerford, M.J., 2008. A new perspective in risk assessment. *Physical Therapy in Sport* 9, 40e51.
74. Muscolino, Cipriani, 2004. *Journal of body and movement teropies* 8, 15-24
75. Chaitow, L., DeLany, J., 2002. *Clinical Applications of Neuromuscular Techniques. The Lower Body*, Vol. 2. Churchill Livingstone, London, 2002.
76. Eric G. Johnson, PT, DPTSc, Andrea Larsen, DPT, Hiromi Ozawa, DPT, Christine A. Wilson, MPT, Karen L. Kennedy, MPT The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2007) 11, 238–242