



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

**Master in Riabilitazione
dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2012-2013

Campus Universitario di Savona

**Il ruolo delle alterazioni del controllo
posturale
nel Chronic Low Back Pain**

Candidato:

Angela De Vanna

Relatore:

Luca Viganò

INDICE

ABSTRACT	2
1. INTRODUZIONE	3
2. MATERIALI E METODI	6
3. RISULTATI	10
3.1 Tabelle di esclusione	12
3.2 Tabelle di inclusione	15
4. DISCUSSIONE	41
5. CONCLUSIONE	44
6. BIBLIOGRAFIA	45

ABSTRACT

BACKGROUND: Low Back Pain (LBP) è il disturbo osteo-articolare più diffuso, quasi l'80% della popolazione presenta nella vita almeno un episodio di lombalgia, che colpisce in eguale misura uomini e donne. Ha un decorso favorevole, circa il 70-80% dei pazienti torna alle normali attività entro una settimana, ma permane una parte, dal 2% al 7%, che sviluppa lombalgia cronica. Si presume che sia un disturbo multifattoriale e che vi siano vari cause che concorrano al suo sviluppo, meno chiari risultano invece i fattori responsabili del suo mantenimento nel tempo. La recente letteratura ha riscontrato nei pazienti affetti da Chronic Low Back Pain (CLBP) alterate strategie di controllo motorio e posturale.

OBIETTIVO: Lo scopo della presente revisione è indagare lo stato dell'arte in merito alla correlazione tra il dolore cronico lombare e i meccanismi di alterazione del controllo posturale.

MATERIALI E METODI: Per questo lavoro è stata effettuata una revisione della letteratura attraverso la banca dati elettronica PUBMED, mediante l'utilizzo di parole chiave come "low back pain", "postural balance", "postural control" e "proprioception". Sono stati presi in esame articoli pubblicati tra il 1/01/2000 e il 30/04/2014 inclusi per pertinenza e qualità metodologica.

RISULTATI: Nella revisione sono stati inclusi 21 articoli, di cui 7 sull'analisi stabilometrica, 1 sulla valutazione del segnale elettromiografico, 2 sulla posturografia dinamica computerizzata, 3 sull'analisi cinematica, 4 sul repositioning error e 4 sulle proposte di trattamento. L'analisi degli studi conferma nei pazienti con LBP la presenza di disfunzioni a carico dei sistemi di controllo posturale e mantenimento dell'equilibrio.

CONCLUSIONI: Nella maggior parte degli studi gli autori sembrano concordi nell'identificare nei pazienti la presenza di un'aumentata instabilità posturale, un ridotto senso di posizione della colonna lombare e uno scarso controllo del movimento. Il trattamento dovrà quindi basarsi sulla modifica e correzione delle alterate strategie posturali attivate per ottimizzare le abilità motorie e ridurre la sintomatologia dolorosa.

1. INTRODUZIONE

Il Low back pain (LBP), termine con cui si identifica il dolore localizzato tra l'arcata inferiore della 12-esima costa e la piega glutea inferiore, rappresenta un importante problema clinico, economico e sociale.¹ Per capire la reale portata del problema basti pensare che la lombalgia può colpire dal 60% al 80% degli adulti almeno una volta nella vita e che la tendenza alla cronicizzazione è del 15-20%.² Cosa aumenta il rischio di sviluppo di un Chronic Low Back Pain (CLBP)? Esistono numerose variabili che giocano un ruolo centrale nell'instaurarsi e nel mantenimento di questo disturbo. La cronicità è infatti associata all'interazione di vari fattori: cognitivo-comportamentali (fear-avoidance), lavorativi e fisici (alterazioni motorie in risposta al dolore).³

Da un punto di vista prettamente biomeccanico, in un quadro di LBP cronico si verificano pattern disfunzionali di movimento responsabili del mantenimento della sintomatologia algica, che potrebbero influenzare nel tempo i meccanismi di controllo motorio e posturale. Nell'uomo il mantenimento dell'equilibrio è affidato ad un sistema particolarmente sofisticato e accurato. Esso prevede la contemporanea attivazione di più periferiche sensoriali e la successiva integrazione delle informazioni raccolte; tale sistema, adibito al controllo posturale, è costituito nello specifico da 3 parti:⁴

- Il sistema somatosensoriale;
- Il sistema vestibolare;
- Il sistema visivo;

La comunicazione dei tre sistemi di percezione permette il mantenimento del baricentro all'interno della base di appoggio del corpo in relazione agli spostamenti dovuti alle interazioni con l'ambiente circostante. Se solo uno di questi sistemi si altera, l'informazione arriva errata e si genera un conflitto senso-motorio.⁵

Numerosi studi hanno rilevato nei pazienti con LBP alterazioni del controllo neuromuscolare e cambiamenti della stabilità posturale,⁶⁻¹¹ identificando in differenti aspetti le possibili cause scatenanti. Nel soggetto sano, gli aggiustamenti posturali necessari al mantenimento della statica eretta sono generalmente raggiunti grazie a piccole ma continue oscillazioni che

hanno lo scopo di controbilanciare la forza peso che tenderebbe, per effetto della gravità, a farlo cadere. L'equilibrio si mantiene attraverso la risultante di due forze opposte che si applicano rispettivamente al suo centro di gravità (COG) ed al centro di pressione (COP) e si ottiene solo quando questi due vettori si trovano allineati sull'asse della verticale. Abbiamo dunque a disposizione due strategie posturali differenti perché il soggetto mantenga il suo baricentro entro la sua base di appoggio.

- Strategia di anca, che implica la mobilizzazione del COG
- Strategia di caviglia, che implica la mobilizzazione del COP

La letteratura ha spesso messo a confronto le strategie posturali adottate da soggetti con e senza low back pain in risposta a forze perturbanti, sia durante il mantenimento di posizioni statiche che in seguito alla richiesta di specifici task funzionali. I pazienti sembrerebbero mostrare rispetto ai controlli differenti pattern di reclutamento muscolare e di coordinazione tra pelvi e torace, si riscontrano infatti ritardate risposte di attivazione muscolare,¹²⁻¹⁴ un elevato tono di base dei muscoli superficiali del tronco^{13;15} a discapito di una ridotta attività della muscolatura addominale profonda.^{13;16}

Il dolore, influenza la risposta motoria degli individui con LBP: si osserva un ritardo e una riduzione d'ampiezza delle oscillazioni del centro di pressione dei soggetti sintomatici posti su superfici instabili,¹⁷ con un aumento del numero di aggiustamenti posturali in carico monopodalico¹⁸ o con privazione della vista¹⁹. La misurazione del COP è infatti comunemente usata come strumento di valutazione della stabilità posturale in posizioni statiche, in seguito a perturbazioni, su superfici stabili o instabili, con o senza feedback visivo. Una recente revisione sistematica²⁰ condotta su 17 studi che comparano soggetti con low back pain e asintomatici in statica eretta su superfici instabili ha riscontrato significative differenze di stabilità posturale nella maggior parte degli studi esaminati. Solo due studi smentiscono l'ipotesi indagata.

La recente letteratura identifica l'impairment propriocettivo come uno dei possibili fattori responsabili del mantenimento della disregolazione del sistema posturale. Numerosi studi supportano infatti tale correlazione mostrando come nei pazienti con CLBP sia presente un ridotta propriocezione del tratto lombare.²¹⁻²² La propriocezione ci permette di percepire il

movimento e l'orientamento dei segmenti del corpo nello spazio, tale abilità viene indagata attraverso il "position sense" e "repositioning error". Gill and Callaghan²³ mostrano significative differenze tra asintomatici e LBP nel raggiungimento e mantenimento della posizione neutra della colonna sia in standing che in posizione quadrupedica. Al contrario, Newcomer et al²⁴ e Lame et al²⁵ non riscontrano difficoltà nei LBP rispetto al gruppo controllo nel "repositioning sense" in standing e sitting rispettivamente. La conflittualità dei risultati riportati potrebbe derivare dal differente posizionamento dei marker (T10-S2), dalla modalità di posizionamento scelta (sitting, standing) e dall'eterogeneità dei gruppi sintomatici studiati per indagare l'impairment propriocettivo.

Non è noto a tutt'oggi se l'alterazione del controllo posturale indotta dal back pain e la conseguente modificazione della strategia siano in parte il risultato di una disfunzione propriocettiva proveniente dalla caviglia (alterazione dei fini adattamenti sensori-motori distali) o dalle strutture osteo-mio-legamentose del rachide lombosacrale (alterazione degli adattamenti sensori-motori lombari e prossimali degli arti inferiori). Molteplici fattori sembrerebbero dunque implicati nel complesso sistema di regolazione della stabilità posturale e contribuire nei soggetti con dolore cronico lombare al mantenimento dei cambiamenti osservati. Il tema è comunque molto controverso, infatti studi di KuuKKanen²⁶ e Paalanne²⁷ smentiscono la correlazione tra pazienti con LBP e alterazioni del controllo posturale, non riscontrando nei task richiesti differenze di esecuzione fra i due gruppi. La conoscenza degli impairment posturali nei soggetti con CLBP permane un argomento tuttora discusso e poco chiaro.

L'obiettivo che si pone questa revisione è verificare nei pazienti con lombalgia cronica la presenza di alterazioni dei meccanismi di stabilità posturale e di controllo motorio attraverso specifici metodi di valutazione volti a identificare differenze con i gruppi controllo clinicamente rilevanti.

2. MATERIALI E METODI

La ricerca della letteratura è stata condotta analizzando il database Medline (mediante PubMed) nel periodo compreso tra giugno 2013-aprile 2014. Sono stati presi in considerazione solo articoli di lingua inglese o italiana, su umani, imponendo come limite temporale la pubblicazione da gennaio 2000 ad aprile 2014. Sono state utilizzate le parole chiave "low back pain", "postural balance" associate a termini inerenti l'indagine mediante l'utilizzo degli operatori booleani AND e OR al fine di includere il maggior numero di studi.

Ciò ha permesso di generare la seguente stringa di ricerca:

("Low Back Pain"[Mesh] OR ("low back pain"[Title/Abstract]) AND ("Proprioception"[Mesh] OR "Postural Balance"[Mesh] OR "postural control"[Title/Abstract] OR "proprioception"[Title/Abstract] OR "postural balance"[Title/Abstract])

Criteri di inclusione

Sono stati inclusi tutti gli articoli che indagassero differenze in termini di controllo posturale, mantenimento dell'equilibrio e accuratezza propriocettiva tra soggetti con CLBP e gruppi controllo.

I metodi di valutazione ritenuti validi e affidabili per la seguente proposta di lavoro sono stati le tecniche posturografiche, di analisi cinematica e di valutazione propriocettiva:

- **Posturografia dinamica computerizzata (Equitest):**

Permette la rappresentazione grafica della postura statica e dinamica in seguito ad eventi destabilizzanti responsabili di perturbazioni dell'equilibrio.

L'Equitest non è l'unico sistema esistente di posturografia dinamica ma è considerato lo standard di riferimento. È composto da cinque diverse serie di prove (Sensory Organization Test, Motor Control Test, Adaptation Test, Weight Bearing Test e Unilateral Stance), delle quali il SOT (Sensory Organization Test) è il test comunemente più usato.

Il soggetto si pone in statica eretta su una piattaforma di forza che misura le sue oscillazioni in sei condizioni sperimentali. Nelle prime tre prove la superficie di supporto è fissa ed è richiesto il mantenimento dell'equilibrio ad occhi aperti, ad occhi chiusi e con il paravento posto intorno che oscilla in modo sincrono ("sway referenced") al suo baricentro. Un'eccessiva oscillazione evidenzia la necessità del soggetto di disporre dell'informazione visiva a discapito di uno scarso supporto propriocettivo o vestibolare. Nelle ultime tre condizioni la piattaforma oscilla e il soggetto deve rimanere in equilibrio nelle medesime tre condizioni: visione normale, visione abolita, e con il campo visivo stabile. Un'eccessiva oscillazione suggerisce un deficit nelle afferenze visive o vestibolari.

- **CoP:**

Le misure riferite al CoP (centro di pressione), sono le più comunemente utilizzate per la valutazione dell'equilibrio posturale, perché considerate uno dei "Gold standard" nella ricerca²⁸. Si analizza attraverso una piattaforma di forza l'escursione del centro di pressione, misurando gli spostamenti antero-posteriore (A/P) e medio-laterale (M/L).

Lo Stabilogramma permette poi la rappresentazione grafica dello spostamento del CoP proiettato separatamente nei differenti piani.

- **Elettrogoniometri:**

Sono i più semplici sistemi meccanici di analisi del movimento, rilevano infatti la misura angolare fra due segmenti corporei in corrispondenza di un'articolazione.

A tal proposito è necessario connettere l'elettrogoniometro ad un software che trasduce l'ampiezza misurata in segnale elettrico per facilitare la gestione dei dati su schermo.

- **EMG:** L'elettromiografia è un esame che riveste un ruolo fondamentale nella registrazione dell'attività elettrica del muscolo. Nello studio dei disturbi dell'equilibrio viene spesso utilizzata per valutare nei soggetti con LBP il timing di attivazione, il reclutamento muscolare e l'intensità di forza esercitata in risposta ad

eventi perturbanti. I gruppi muscolari maggiormente indagati sono gli erettori spinali, il retto dell'addome, il trasverso, il gastrocnemio e il tibiale anteriore.

- **Repositioning error:**

E' una tecnica di valutazione del sistema propriocettivo che indaga l'abilità del soggetto di percepire e riprodurre l'orientamento di un segmento corporeo nello spazio.

Ai soggetti con LBP viene dunque richiesto di riprodurre con la colonna una posizione precedentemente stabilita (neutra, di flessione o estensione a vari gradi) o di riposizionare la colonna in posizione neutra dopo perturbazione.

Il repositioning error permette di misurare la differenza tra la posizione iniziale e quella finale rilevando il grado di errore compiuto.

Si è ritenuto utile restringere la popolazione sintomatica analizzata a soli soggetti con CLBP, che presentano un dolore lombare di durata superiore ai tre mesi.²⁹ Non è stato imposto alcun limite di età o genere.

Poiché lo scopo della revisione è ricercare in letteratura la correlazione esistente tra la presenza del dolore cronico lombare e il manifestarsi di alterazioni dell'equilibrio posturale, sono stati inclusi anche gli studi sui trattamenti indirizzati alla rieducazione di tali deficit che mostrassero valide valutazioni posturali prima e dopo il programma riabilitativo.

Criteri di esclusione

I criteri di esclusione presi in considerazione per l'eliminazione di articoli sono stati:

-articoli che valutano soggetti con LBP acuto, subacuto o ricorrente;

-articoli che studiano i problemi dell'equilibrio correlati a patologie specifiche (neurologiche, neoplastiche, ortopediche, immunitarie o infettive) o ad interventi chirurgici;

- articoli che trattano i disturbi lombari insieme a quelli cervicali;

-articoli che indagano l'attivazione muscolare e il controllo motorio senza correlazione a variazioni dell'equilibrio;

-articoli basati su trattamenti farmacologici o chirurgici;

La prima selezione degli articoli è stata eseguita sulla base del titolo e dell'abstract, in particolare sulla pertinenza per lo scopo dello studio. In seguito è stata effettuata una valutazione più approfondita attraverso la lettura completa del full text.

3. RISULTATI

La ricerca ha prodotto un risultato di 258 articoli.

Tramite la prima scrematura, che ha preso in considerazione titolo e abstract, sono stati esclusi 229 articoli per la non pertinenza all'argomento. La seconda selezione è stata effettuata successivamente alla lettura integrale degli articoli rimasti, sono quindi stati esclusi 8 articoli, dei quali 2 per mancanza di full text e 6 perché considerati metodologicamente non accettabili (Fig. 1).

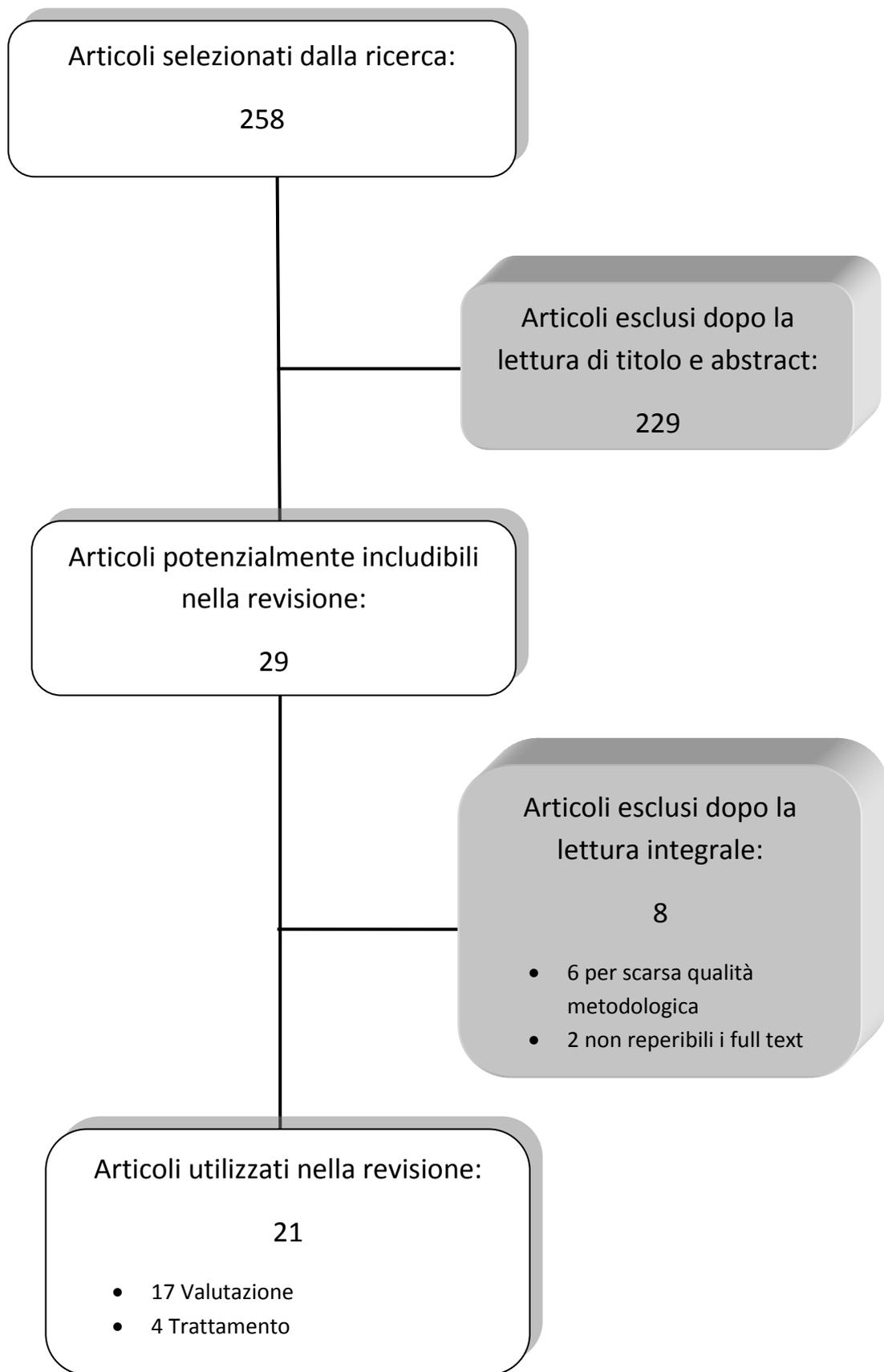


Figura 1: Diagramma di flusso indicante il processo di selezione degli articoli

3.1 TABELLE DI ESCLUSIONE

I motivi di esclusione di 229 articoli dalla revisione in seguito alla prima selezione sui risultati sono riassunti in tabella:

Prima selezione	N. Articoli
Soggetti con LBP acuto, subacuto o ricorrente	42
Asintomatici	13
Animali	4
Patologia specifica (stenosi, scoliosi, fratture)	26
Neurofisiologia	16
Alterazioni di controllo motorio e attivazione muscolare senza correlazione ai disturbi dell'equilibrio	54
Neck pain	2
Diaframma	4
Aspetti psico-sociali	2
Trattamenti farmacologici o chirurgici	18
Altri trattamenti (osteopatici, kinesio taping, yoga)	33
Diagnostica strumentale	5
Affidabilità test	10
TOTALE	229

Degli articoli che hanno superato la prima selezione è stato effettuato il reperimento con pdf direttamente on-line quando possibile, oppure attraverso il servizio bibliotecario degli Atenei di Pisa e Genova. Di tutti gli articoli è stata effettuata la lettura completa, i riferimenti degli studi esclusi, la modalità di reperimento e dettagli circa i motivi di esclusione sono riportati in tabella.

Seconda selezione	Esclusione	Modalità reperimento
<p>Li R, Wang N, Yan X, Wei K.</p> <p>Comparison of postural control between healthy subjects and individuals with nonspecific low back pain during exposure to visual stimulus.</p> <p>Chin Med J (Engl). 2014 ;127(7):1229-34.</p>	<p>Scarsa qualità metodologica della sezione metodi e risultati.</p>	<p>Full text on-line</p>
<p>Wang XQ, Pi YL, Chen PJ, Chen BL, Liang LC, Wang X, Zhang J.</p> <p>Whole body vibration exercise for chronic low back pain: study protocol for a single-blind randomized controlled trial.</p> <p>Trials. 2014 Apr 2;15:104.</p>	<p>Poca attinenza con lo scopo dello studio</p>	<p>Full text on-line</p>
<p>Hidalgo B, Gobert F, Bragard D, Detrembleur C.</p> <p>Effects of proprioceptive disruption on lumbar spine repositioning error in a trunk forward bending task.</p> <p>J Back Musculoskelet Rehabil. 2013 ;26(4):381-7</p>	<p>Full text non reperibile</p>	<p>Non reperibile</p>
<p>Sipko T, Kuczyński M.</p> <p>Intensity of chronic pain modifies postural control in low back patients.</p> <p>Eur J Pain. 2012;12:1532-2149.</p>	<p>Full text non reperibile</p>	<p>Non reperibile</p>
<p>Brech GC, Andrusaitis SF, Vitale GF, Greve JM.</p> <p>Correlation of disability and pain with postural balance among women with chronic low back pain.</p>	<p>Insufficiente qualità metodologica. Mancanza di abstract e</p>	<p>Full text online</p>

Clinics (Sao Paulo). 2012;67:959-62.	descrizione partecipanti, scarsi metodi e risultati.	
Morone G, Iosa M, Paolucci T, Fusco A, Alcuri R, Spadini E, Saraceni VM, Paolucci S. Efficacy of perceptive rehabilitation in the treatment of chronic nonspecific low back pain through a new tool: a randomized clinical study. Clin Rehabil. 2012 Apr;26(4):339-50.	Senza valutazione e misure di outcome in riferimento alle alterazioni posturali.	Servizio bibliotecario Ateneo
Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. Eur Spine J. 2011;20:1297-303.	Inaccettato criterio di selezione dei partecipanti: CLBP >2 mesi	Full text on-line
O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, Gadsdon K, Logiudice J, Miller D, Quirke H. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(10):1074-9.	Inaccettato criterio di selezione dei partecipanti: instabilità segmentale lombare	Servizio Bibliotecario Ateneo

3.2 TABELLE DI INCLUSIONE

Vengono ora riportati, in modo più dettagliato, gli articoli utilizzati per la presente revisione della letteratura.

VALUTAZIONE STABILOMETRICA: COP

AUTORE E ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	MATERIALI E METODI	OBIETTIVO DELLO STUDIO	RISULTATI
Sherafat S et al (2014)	Pilot study	<p><u>Popolazione:</u> 15 NSCLBP e 15 asintomatici</p> <p><u>Strumenti di valutazione:</u> Biodex Balance System (BBS, NY). Valuta la stabilità posturale (antero-posteriore, medio-laterale e globale) associata al Stroop Test uditivo. Due livelli di difficoltà posturale (5; 3)</p> <p>6 prove:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)statica eretta, occhi aperti, liv. 5 2)statica eretta, occhi aperti, liv. 5 + Stroop test, 3)statica eretta, occhi chiusi, liv. 5 4)statica eretta, occhi chiusi, liv. 5+ Stroop test 5)statica eretta, occhi chiusi liv. 3 6)statica eretta, occhi chiusi liv. 3+ Stroop test <p><u>Durata:</u> 30 sec per prova</p>	Indagare l'effetto del dual task sulla stabilità posturale.	Con l'aggiunta del compito cognitivo si riscontrano significative differenze di stabilità posturale solo tra la 3° e 4° prova, eseguite ad occhi chiusi e con un livello di difficoltà pari a 5. I risultati mostrano un aumento dell'oscillazione A-P ($F_{1,28} = 18.31$, $P < 0,001$), M-L ($F_{1,28} = 10.65$, $P < 0.003$) e globale ($F_{1,28} = 19.77$, $P < 0,001$)
Caffaro RR et al (2014)	Case-control	<p><u>Popolazione:</u> 21 CLBP e 23 sani</p> <p><u>Strumenti di valutazione:</u> Piattaforma (Balance Master, Neurocom). Mantenimento della statica eretta in 4 differenti condizioni: occhi aperti/chiusi e superficie stabile/instabile. Analisi del COP</p>	Valutare il controllo posturale in statica eretta di individui con e senza CLBP	I LBP mostrano rispetto ai controlli maggiori escursioni del COP in tutte e quattro le condizioni; in particolare significative differenze si rilevano nell'ultima prova con superficie instabile e abolizione della vista

		<u>Durata</u> : 10 sec a prova		(TOT: $F_{1,3} = 16.00$ $P < 0.001$; AP $F_{1,3} = 20.01$ $P < 0.001$).
Mok N, Brauer S, Hodges P. (2011)	Case-control	<u>Popolazione</u> : 13 CLBP e 13 asintomatici <u>Strumenti di valutazione</u> : Piattaforma (9286A, Kistler, USA) e un sistema di analisi del movimento (Accension, USA) Si richiede ai soggetti di mantenere l'equilibrio in statica eretta e all'avvertimento di un segnale acustico, di muovere contemporaneamente le braccia. Si alternano due tipi di condizioni (occhi aperti/chiusi) e due supporti: la "flat surface" e una "short base"(12 cm). Si analizza COP, tempi di stabilizzazione e numero di aggiustamenti.	Testare la capacità di stabilità posturale durante movimenti destabilizzanti delle braccia nei soggetti con CLBP	CLBP mostrano elevati tempi di ripristino dell'equilibrio ($F_{1,23} = 29.8$, $P < 0.001$) dopo destabilizzazione e un elevato numero di aggiustamenti posturali ($F_{1,23} = 13.3$, $P < 0.001$). Nessuna differenza nell'escursione del COP, in entrambi i gruppi aumenta con l'abolizione della vista.
Lafond D, Champagne A, Descarreaux M, Dubois J (2009)	Observational study	<u>Popolazione</u> : 12 CLBP e 12 sani <u>Strumenti di valutazione</u> : Piattaforma (OR6-2000, AMTI) Si richiede 1 min di statica eretta prima e dopo averla mantenuta per un prolungato periodo di 30 min. E' stato analizzato il COP negli spostamenti A-P e M-L in termini di velocità, frequenza, area. Sono stati poi indagati tre differenti pattern posturali di oscillazioni: "shifting"(piccole e veloci da un punto all'altro) "fidgeting" (grandi e veloci che tornano alla posizione iniziale) "drifting" (lente che modificano continuamente la posizione). <u>Durata</u> : 32 min totali	Analizzare le strategie posturali adottate dai soggetti con CLBP e il gruppo di controllo durante la statica eretta protratta	Il gruppo dei CLBP mostra una riduzione della velocità del COP negli spostamenti M-L ($t(22) = -5,99$, $P < 0,001$) e una ridotta frequenza in entrambe le direzioni (A-P: $t(22) = -8,68$, $P < 0,001$; M-L: $t(22) = -7,43$, $P < 0,001$). Emergono inoltre differenti pattern di stabilità posturale: i CLBP attivano un minor numero di di"shifting" e "drifting" pattern rispetto al gruppo controllo

<p>Henry SM, Hitt JV, Jones SL, Bunn JY (2006)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 26 CLBP e 24 asintomatici. <u>Strumenti di Valutazione:</u> due piattaforme (AMTI, Watertown e MA, USA) e un sistema di analisi del movimento con marker e telecamere. 12 differenti direzioni di perturbazione a due livelli di velocità.</p>	<p>Analizzare i differenti automatismi posturali in seguito a perturbazioni di soggetti con e senza CLBP</p>	<p>Dall'analisi del centro di pressione e del centro di massa emergono tra i due gruppi sostanziali differenze. I soggetti con CLBP presentano ritardate risposte di spostamento sia del COP che del CM soprattutto in direzione antero-posteriore (COP: LBP=90.0, sani =72.6ms ; CM: LBP=103.0ms , sani=93.1ms).</p>
<p>Mok NW, Brauer SG, Hodges PW (2004)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 24 CLBP e 24 asintomatici. <u>Metodo di Valutazione:</u> 2 piattaforme (9286A, Kistler) 12 task con differenti combinazioni tra carico (bi podalico e monopodalico), caratteristiche pedana (superficie piana, base 9cm) e vista (occhi aperti, penombra, occhi chiusi) <u>Durata:</u> 70 sec bipodalico, 30 sec monopodalico</p>	<p>Valutare come si modificano le strategie di controllo posturale tra appoggio bi podalico e monopodalico nei soggetti con e senza CLBP</p>	<p>Entrambi i gruppi superano la totalità delle prove in appoggio bi podalico, ad esclusione del task con abolizione della vista sulla base di 9 cm nella quale si riscontrano difficoltà maggiori per i CLBP (54% completa la prova rispetto al 83% dei sani). Per entrambi i gruppi si riscontrano maggiori insuccessi nei compiti in carico monopodalico soprattutto per i CLBP. Le oscillazioni antero-posteriori aumentano per entrambi i gruppi riducendo la base di appoggio e abolendo la vista. La velocità di movimento del COP sembra invece ridotta soltanto nei pazienti (LBP= 4.33±2.17 : sani= 5.03±2.83, p<0.0005).</p>

<p>Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer G, Green H (2001)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione</u>: 16 CLBP e 14 sani. <u>Strumenti di valutazione</u>: - piattaforma di forza (9286AA, Kistler Germany). Soggetti seduti su un'emisfera rovesciata poggiata sulla piattaforma. 4 livelli di instabilità utilizzando emisfere di differente diametro e due condizioni di difficoltà (occhi aperti/chiusi) <u>Durata</u> : 7 sec per trial - Elettromiografia di 12 muscoli del tronco. Soggetti posizionati in posizione semi-seduta con gli arti inferiori bloccati. Viene richiesto di esercitare una forza isometrica del tronco in flessione, estensione e flessione laterale.</p>	<p>Testare l'equilibrio su una seduta instabile e indagare i tempi di risposta muscolare</p>	<p>Dall'analisi dei dati risulta un incremento del movimento del COP nei pazienti rispetto ai controlli soprattutto nei livelli di maggior instabilità e abolendo il feedback visivo. L'elettromiografia registra ritardate risposte di attivazione muscolare nei pazienti rispetto a i controlli</p>
---	----------------------------	---	--	---

EMG

AUTORE E ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	MATERIALI E METODI	OBIETTIVO DELLO STUDIO	RISULTATI
<p>Newcomer KL et al (2002)</p>	<p>Prospective study</p>	<p><u>Popolazione</u>: 20 CLBP e 20 asintomatici. <u>Strumenti di valutazione</u>: Equitest ed elettromiografia di superficie sui muscoli erettori spinali, retto dell'addome, gastrocnemio e tibiale anteriore. Il compito di mantenimento dell'equilibrio in statica eretta è aggravato dall'introduzione di perturbazioni e dalla richiesta di differenti tipi di appoggio podalico (carico sull'avampiede, sul retro piede o sulle punte).</p>	<p>Dimostrare differenti pattern di attivazione muscolare tra i due gruppi che giustificano una globale alterazione del controllo neuro-motorio.</p>	<p>I risultati non confermano l'ipotesi indagata. Si riscontrano differenze significative solo nell'attivazione del retto dell'addome nel test di stabilità sulle punte: viene reclutato nel 50% dei controlli a discapito di un 15% dei LBP (P = 0,018).</p>

POSTUROGRAGIA DINAMICA COMPUTERIZZATA

AUTORE E ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	MATERIALI E METODI	OBIETTIVO DELLO STUDIO	RISULTATI
<p>Popa T, Bonifazi M, Della Volpe R, Rossi A, Mazzocchio R. (2007)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 13 CLBP e 13 asintomatici <u>Strumenti di valutazione:</u> Equitest (Neurocom). Due prove: - statica eretta ad occhi aperti/chiusi; - statica eretta con improvvise traslazioni della pedana. Analisi del COP (n° picchi, ampiezza e tempo) nei primi 20 sec di statica eretta senza perturbazioni e nel momento precedente le perturbazioni.</p>	<p>Valutare le strategie di mantenimento dell'equilibrio nei pazienti affetti da CLBP con differenti condizioni di stabilità.</p>	<p>Nella prima prova i due gruppi mostrano simili strategie posturali: con la privazione della vista si osserva un incremento dell'ampiezza delle oscillazioni del COP, maggiore nei CLBP. L'introduzione delle perturbazioni non rileva significative differenze tra i due gruppi.</p>
<p>Della Volpe R, Popa T, Gianneschi F, Spidalieri R, Mazzocchio R, Rossi A. (2005)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 12 CLBP e 12 controlli <u>Strumenti di valutazione:</u> Equitest (Neurocom). Mantenimento dell'equilibrio in statica eretta. -3 prove con base di appoggio fissa ad occhi aperti, occhi chiusi e "sway reference". -3 prove con pedana oscillante ad occhi aperti, occhi chiusi, e "sway reference".</p>	<p>Indagare nei soggetti con CLBP le alterazioni del controllo posturale in statica eretta rispetto ai sani.</p>	<p>Emerge nei CLBP un incremento dei valori medi di velocità e media radice quadrata del COP in direzione antero-posteriore rispetto ai controlli. Le prove in cui si differenziano maggiormente i due gruppi sono quelle caratterizzate dall'instabilità della base di appoggio (Vel: 23.7 ± 2.0 mm/s, $F=21.1$, $p<0,0001$, RMS: 0.34 ± 0.03mm, $F=19.9$, $p<0,0001$).</p>

ANALISI CINEMATICA

AUTORE E ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	MATERIALI E METODI	OBIETTIVO DELLE STUDIO	RISULTATI
<p>Mok NW, Brauer SG, Hodges PW (2010)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 11 CLBP e 11 sani <u>Strumenti di Valutazione:</u> Sistema elettromagnetico di analisi del movimento (Accension Technology Corporation) e una piattaforma (9286°, Kistler, Switzerland). I soggetti vengono posti sulla piattaforma con marker sui processi spinosi di L1 e S1 e sulle SIAS. Si richiede di mantenere l'equilibrio in statica eretta in seguito a forze perturbanti mentre sostengono una scatola contenente un peso di 1 Kg.</p>	<p>Analizzare nei soggetti con CLBP la relazione tra il movimento della colonna lombare e la qualità degli aggiustamenti posturali con l'aggiunta di un carico.</p>	<p>In seguito al carico applicato, si è osservato nei CLBP una ritardata risposta di flessione del tronco, indispensabile per la stabilizzazione posturale ($F_{1,20} = 32.7, p < 0,001$). Si evidenzia inoltre un maggior numero di aggiustamenti posturali in direzione A-P (6.1 [2.1]) rispetto ai controlli (3.9 [1.1]) ($F_{1,20} = 19.702, p < 0,001$). Si conferma una correlazione tra il tempo di stabilizzazione della colonna lombare sia con i tempi di stabilizzazione posturale ($r^2 = 0.655, p < 0,001$) che con il numero di aggiustamenti posturali necessari ($r^2 = 0.604, p < 0,001$).</p>
<p>Daele UV et al (2010)</p>	<p>Pilot study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 21 CLBP e 21 asintomatici <u>Strumenti di valutazione:</u> sistema 3D di analisi del movimento (Vicon 612-datastation, UK) con 6 marker applicati sull'acromion (dx, sx), sulle creste iliache e sulle SIPS. Ai soggetti viene richiesto di mantenere l'equilibrio seduti su una pedana posta</p>	<p>Valutare se in un compito di controllo posturale, l'aggiunta di un esercizio cognitivo incrementa la rigidità del tronco nei pazienti con CLBP.</p>	<p>I risultati rilevano che il dual-task nella prova con appoggio monopodalico determina nei controlli un aumento della mobilità del tratto toracico e del complesso lombo-pelvico (soprattutto in rotazione e flessione laterale).</p>

		<p>su un'emisfera alternando differenti condizioni</p> <ul style="list-style-type: none"> -appoggio bipodalico/monopodalico -con e senza compito cognitivo (contare indietro di 3 numeri per volta). <p><u>Durata</u>: 20 sec per prova.</p>		<p>Nei pazienti si verifica il fenomeno contrario, l'incremento di difficoltà cognitiva diminuisce l'instabilità.</p>
Daele UV et al (2009)	Observational study	<p><u>Popolazione</u>: 19 CLBP e 20 sani</p> <p><u>Strumenti di valutazione</u>: sistema 3D di analisi del movimento (Vicon 612-datastation, UK) con 9 marker applicati sui processi spinosi di C7, T7, L3, sull'acromion (dx, sx), sulle creste iliache e sulle SIPS. Si richiede il mantenimento dell'equilibrio in posizione assisa, su una seduta instabile, costituita da una pedana posta su un'emisfera.</p> <p><u>Durata</u>: 20 sec</p>	<p>Investigare le strategie di equilibrio posturale dei soggetti con CLBP analizzando l'escursione di movimento della colonna toraco-lombare e della pelvi.</p>	<p>Si riscontrano nei CLBP maggiori deviazioni del tilt pelvico in direzioni antero-posteriore e rotazione e un incremento del movimento del tronco in direzione antero-posteriore e flessione laterale rispetto ai sani ($p < 0.05$). La strategia posturale di rotazione del tronco viene invece utilizzata in maniera analoga da entrambi i gruppi.</p>

REPOSITIONING ERROR

AUTORE E ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	MATERIALI E METODI	OBIETTIVO DELLE STUDIO	RISULTATI
Sheeran et al (2012)	Cross-sectional	<p><u>Popolazione</u>: 90 NSCLBP e 35 asintomatici</p> <p><u>Strumenti di valutazione</u>: Sistema 3D di analisi del movimento (Vicon 512, UK) con marker applicati su C7, T12, S1 ed Elettromiografia di superficie per analizzare il muscolo multifido, ileocostale, obliquo esterno ed obliquo interno. Ai partecipanti viene</p>	<p>Valutare la capacità di riposizionamento e l'attività muscolare di specifici sottogruppi di pazienti in posizione assisa e in statica eretta.</p>	<p>Nelle prove richieste i pazienti generano rispetto ai controlli un maggior numero di errori (assoluto e variabile) sia in posizione seduta che in statica eretta. Tra i sottogruppi di pazienti si</p>

		<p>richiesto di memorizzare la postura neutrale in cui viene posizionata la colonna, per poterla riprodurre successivamente.</p> <p><u>Durata:</u> tre trial di 5 sec per apprendere la posizione e 4 prove per riprodurla.</p>		<p>evidenziano significative differenze solo nella posizione assisa, nella quale i "flexion pattern" sovrastimano il target lombare rispetto al toracico, il fenomeno contrario avviene invece nei "active extension pattern".</p>
<p>Descarreaux M, Blouin J, Teasdale N (2005)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 16 CLBP e 15 sani</p> <p><u>Strumenti di valutazione:</u> (Loredan Biomedical, USA)</p> <p>I soggetti in piedi con pelvi e arti inferiori immobilizzati devono riprodurre 4 differenti posizioni del tronco (flessione di 15°, 30° e 60° ed estensione di 15°) dopo esser stati istruiti e corretti con feedback visivi. Si sono evidenziati due sottogruppi di pazienti: LBPshort e LBPlong</p>	<p>Esaminare le abilità propriocettive di soggetti con e senza CLBP dopo un breve periodo di apprendimento motorio.</p>	<p>I risultati evidenziano comportamenti simili tra il gruppo LBPshort e i controlli. Al contrario il gruppo dei LBPlong mostra un aumento dei tempi di latenza (media di 1.77s rispetto ai 1.49s dei LBPshort) e una riduzione dei picchi di velocità. Non si rilevano significative differenze in merito alle abilità di raggiungimento dei target posizionali richiesti.</p>
<p>Newcomer KL, Laskowsky ER, Johnson JC, An K (2000)</p>	<p>Observational study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 20 CLBP e 20 sani</p> <p><u>Strumenti di valutazione:</u> sistema 3Space Tracker (Polhemus, VT) con sensori magnetici a livello di T1 e S1.</p> <p>Ai partecipanti, in statica eretta con gli arti inferiori immobilizzati, è richiesto il raggiungimento di posizioni target che prevedono la flessione, l'estensione e la flessione laterale del tronco ad occhi chiusi.</p>	<p>Ricerca differenze tra soggetti con CLBP e gruppo controllo in compiti che richiedono un accurato senso di posizione.</p>	<p>Si riscontrano differenze solo nei task che prevedono la flessione (P= 0.036) e l'estensione (P= 0.015)</p>

<p>Newcomer KL, Laskowsky ER, Larson DR, An K (2000)</p>	<p>Pilot study</p>	<p><u>Popolazione:</u> 20 CLBP e 20 sani <u>Strumenti di valutazione:</u> sistema 3Space Tracker (Polhemus, VT) con sensori magnetici posizionati sui processi spinosi di L1 e S1. Ai soggetti viene richiesto di riprodurre posizioni del tronco in sei differenti direzioni (flessione, estensione, flessione laterale e rotazione bilaterale) con e senza feedback visivo.</p>	<p>Valutare le capacità propriocettive di soggetti con e senza CLBP, indagando le possibili correlazioni con dolore, attività lavorativa, genere e condizioni visive.</p>	<p>Contrariamente ai risultati attesi non emergono differenze nelle abilità di riposizionamento tra i due gruppi. Non è stato possibile identificare alcuna relazione con le condizioni indagate.</p>
---	--------------------	---	---	---

TRATTAMENTO

AUTORE E ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO DI STUDIO	MATERIALI E METODI	OBIETTIVO DELLE STUDIO	RISULTATI
<p>Brooks C, Kennedy S, Marshall P (2012)</p>	<p>RCT</p>	<p><u>Popolazione:</u> 64 CLBP <u>Trattamento:</u> 1) training posturale (TP): esercizi di contrazione della muscolatura del tronco con biofeed-back, esercizi di riconoscimento e raggiungimento della posizione neutra, esercizi di mobilità dell'anca, stretching globale. 2) esercizi generici (EG): esercizi di mobilità globale e rinforzo muscolare con cicloergometri (cyclette, treadmill), esercizi di stretching globale. 8 settimane con frequenza di due volte a settimana. <u>Outcome:</u> - Disabilità (Oswestry Low Back Pain Questionnaire); - Dolore (VAS); - Aggiustamenti posturali (Elettromiografia di</p>	<p>Confrontare l'efficacia di un trattamento posturale specifico rispetto ad un programma di esercizi generici in merito alla riduzione del dolore, del grado di disabilità e alla modifica degli atteggiamenti posturali anticipatori.</p>	<p>Dopo le 8 settimane di training entrambi i gruppi presentano una consistente riduzione della sintomatologia dolorosa (TP: 43%, $p < 0.01$; EG: 25%, $p < 0.05$), solo il training posturale ha effetti sulla disabilità con una riduzione del 41.9% ($d = 1.08$, $p < 0.001$). Diversamente dai risultati previsti, non si rilevano elementi di miglioramento delle variabili posturali analizzate.</p>

		superficie per misurare l'attivazione della muscolatura del tronco durante i rapidi movimenti destabilizzanti con le braccia)		
Paolucci T, Fusco A, Iosa M, Grasso MR, Saraceni VM, Morone G (2012)	Observational study	<p><u>Popolazione:</u> 30 CLBP</p> <p><u>Trattamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - training percettivo (TP): es di riconoscimento di superfici irregolari con il tronco mediante un apposito strumento per la riabilitazione propriocettiva (Morone <i>et al</i> 2012) - back school (BS): una lezione teorica e tre settimane di rieducazione (es respiratori, es di rinforzo muscolare, es di correzione posturale) 3 volte a settimana per un mese <p><u>Outcome:</u> McGill Pain Questionnaire e valutazione stabilometrica del COP.</p>	Valutare l'efficacia della riabilitazione propriocettiva rispetto ad un programma back school sul dolore e sul controllo posturale.	Non emergono significative differenze tra i due trattamenti sul punteggio del McGill Pain Questionnaire, entrambi agiscono positivamente sul dolore (TP: 44±24% ; BS: 39±15%). I due training producono effetti differenti sulla stabilità posturale: il primo determina una riduzione di ampiezza e velocità delle oscillazioni in direzione laterale, mentre il programma della back school agisce sui medesimi parametri posturali ma in direzione antero-posteriore.
Pozo-Cruz B et al (2011)	RCT	<p><u>Popolazione:</u> 50 NSCLBP</p> <p><u>Trattamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - terapia vibratoria: esercizi in statica eretta su una pedana che genera vibrazioni estese a tutto il corpo - gruppo controllo: nessun trattamento <p>12 settimane, con frequenza bisettimanale, e di una volta nelle ultime due.</p> <p><u>Outcome:</u></p>	Indagare l'influenza della terapia vibratoria sulle capacità di stabilità posturale dei soggetti con NSCLBP.	Il trattamento con terapia vibratoria sembra influire positivamente sui parametri di dolore, disabilità e controllo posturale. Dai risultati emerge un miglioramento della stabilità antero-posteriore (20.37%, p=0.031), una riduzione della disabilità (25.15% ,

		<ul style="list-style-type: none"> - Six-min walk test - Progressive Isoinertial Lifting Evaluation - Biodex balance system - Roland Morris Questionnaire 		<p>$p = 0.013$ nel Oswestry Index; 9.31% nel Roland Morris Index, $p = 0.001$) e della sintomatologia dolorosa (24.13% ,$p = 0.006$).</p>
<p>Shenoy SD et al (2010)</p>	<p>Pragmatic control trial</p>	<p><u>Popolazione:</u> 45 CLBP <u>Trattamento:</u> - core stability (CS): contrazioni isolate della muscolatura del tronco da posizioni statiche (supina, prona, seduta, statica eretta, quadrupedica), a compiti più complessi e dinamici. - fisioterapia convenzionale (FC) : trazioni, mobilizzazioni e manipolazioni di 3 min, es attivi di mobilità del tronco e tilt pelvico. - gruppo controllo: (GC) 8 settimane, 4 incontri a settimana <u>Outcome:</u> - Analisi stabilometrica -Roland Morris Disability Questionnaire -Fear Avoidance Belief Questionnaire - Chronic Pain Grade Questionnaire -VAS</p>	<p>Verificare il trattamento migliore per incrementare le abilità di controllo posturale su soggetti con CLBP tra un training di core stability e la fisioterapia convenzionale.</p>	<p>A esclusione dei controlli dopo le 8 settimane di trattamento entrambi i gruppi percepiscono una netta riduzione del dolore e del livello di disabilità, solo il gruppo del core stability riporta un incremento della stabilità posturale nel test di analisi stabilometrica nelle variabili Fx ($p < 0.013$, $g = 0.88$, 95% di CS: 0.13 a 1.62), Fz ($p < 0.006$, $g = 1.02$, 95% di CS: 0.26 a 1.78) e My ($p < 0.002$, $g = 1.18$, 95% of CI: 0.40 to 1.95)</p>

Analizziamo ora nello specifico i diversi studi presi in considerazione.

Analisi stabilometrica: Centre of pressure

Nel 2001 *Radebold et al*³⁰ hanno condotto uno studio per testare la stabilità posturale dei pazienti con CLBP (>6 mesi) in posizione seduta e valutare i tempi di risposta muscolare. Il protocollo di studio prevedeva la realizzazione di una seduta costituita da una emisfera poggiata su una piattaforma di forza, sono state utilizzate 4 emisfere di differente diametro (superficie piana, 50, 44 e 22cm) per incrementare il livello di instabilità. Gli autori hanno deciso di esaminare le abilità di mantenimento dell'equilibrio sia ad occhi aperti che chiusi, richiedendo una performance di 7 secondi. A differenza dei controlli in cui una buona percentuale (71%) porta a termine anche l'ultima prova ad occhi chiusi e con il livello di instabilità maggiore, solo il 13% dei CLBP riesce a superarla. Questo ci indica l'importanza che riveste il contributo visivo nei meccanismi di controllo posturale di tali pazienti. Del gruppo CLBP i soli due pazienti che finiscono la totalità dei task richiesti avevano 22 e 31 anni, si discostano molto dalla media della popolazione analizzata (39 aa), ciò fa assumere un connotato di minor attendibilità ad una percentuale di successi già scarsa in partenza. Dai risultati dei dati elettromiografici emergono inoltre ritardate risposte di attivazione muscolare rispetto ai controlli.

*Mok, Brauer e Hodges*³¹ (2004) hanno posto in evidenza le alterazioni del controllo posturale in appoggio monopodalico elaborando un interessante studio sull'analisi delle strategie posturali adottate dai pazienti tra la condizione di appoggio bipodalico e su un solo piede. Sono stati reclutati 24 individui con CLBP e 24 sani scelti dal personale infermieristico dell'ospedale del Queensland in Australia e selezionati per medesime caratteristiche antropometriche e sociali (età, altezza, peso, indice di massa corporea, livello di attività fisica, attività lavorativa e sport; $p < 0.05$). I pazienti dovevano presentare una lombalgia da più di 18 mesi con almeno un episodio di LBP negli ultimi 6 mesi. La valutazione dei soggetti in equilibrio bipodalico e monopodalico, alternando differenti condizioni di superficie di appoggio e di supporto visivo, ha permesso di giungere ai seguenti risultati. Sulla base dell'osservazione visiva, i LBP mostrano una difficoltà di utilizzo e controllo della strategia d'anca necessaria al mantenimento dell'equilibrio su una sola gamba. Ciò si rileva dalla percentuale di insuccessi rispetto ai controlli nei compiti che richiedono l'appoggio monopodalico e dall'incremento delle oscillazioni del COP in direzione antero-posteriore. In

contrasto con il precedente studio entrambi i gruppi mostrano simili risposte ai cambiamenti delle condizioni visive.

Nel 2006 *Henry et al*³² hanno analizzato le risposte neuromuscolari indotte da perturbazioni posturali tra 24 asintomatici e 26 CLBP (>6mesi). Nel loro elaborato la ricerca dei pazienti si è basata sui parametri di omogeneità e uniformità del gruppo in termini di sintomatologia dolorosa e grado di disabilità percepito utilizzando come scale di valutazione il McGill Pain Questionnaire, il Numeric Pain Index e la Roland Morris disability scale. I soggetti sono stati analizzati in 72 trial con 12 differenti direzioni di perturbazione e due livelli di velocità (43cm/s e 25.5 cm/s) mediante una piattaforma costituita da due pedane e un sistema di analisi 3D del movimento. In generale, i risultati hanno confermato una maggiore instabilità posturale in chi soffre di CLBP rispetto ai soggetti sani, in particolare l'analisi cinematica e stabilometrica rileva nei pazienti uno scarso controllo posturale con ritardate risposte di spostamento sia del COP che del centro di massa soprattutto nelle direzioni antero-posteriore.

Tre anni dopo *Lafond*³³ e colleghi (2009) propongono un simile studio di analisi stabilometrica, ma scelgono di porre come condizione primaria il mantenimento della statica eretta protratta al fine di valutarne l'effetto sulla stabilità posturale. Ventiquattro volontari hanno partecipato a questo studio, 12 CLBP (<6 mesi) e 12 asintomatici. Sono stati analizzati i parametri di velocità, frequenza e area degli spostamenti del centro di pressione prima e dopo l'esposizione ad un periodo di 30 minuti di statica eretta. I risultati vengono mostrati in Fig. 2.

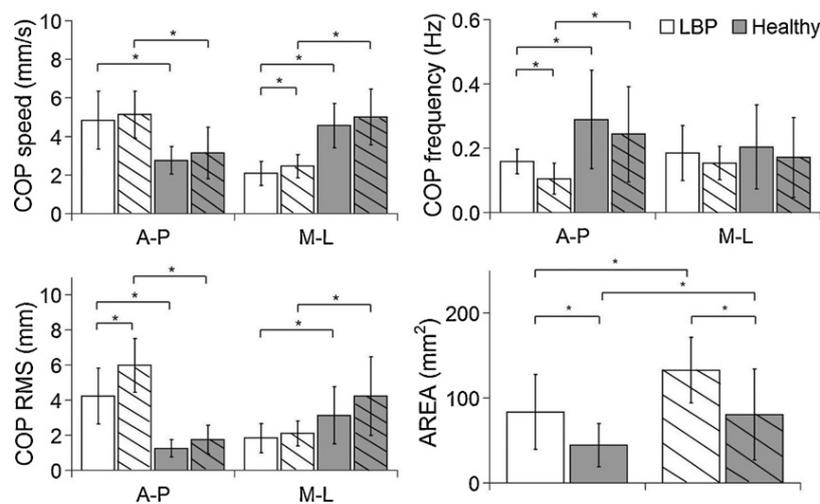


Figura 2 Media e deviazione standard dei valori del COP prima □ e dopo ▨ trenta minuti di statica protratta

In direzione antero-posteriore i CLBP mostrano rispetto ai controlli una riduzione della velocità del COP, tale parametro aumenta moderatamente per entrambi i gruppi dopo la posizione prolungata. Non si osservano invece variazioni significative degli spostamenti del COP, permangono infatti i medesimi valori iniziali confermando, come negli studi precedenti, un aumento dell'area nei pazienti affetti da LBP. I limiti di questo studio per quanto concerne il campione selezionato sono rappresentati dalle ridotte dimensioni e dalla mancanza di omogeneità delle caratteristiche dei soggetti inclusi.

I medesimi autori *Mok, Brauer e Hodges*³⁴ propongono nel 2011 un case-control nel quale introducono come elementi destabilizzanti non più forze perturbanti, ma richiedono movimenti attivi delle braccia ai partecipanti. I soggetti sono nuovamente valutati in statica eretta attraverso una piattaforma di forza e un sistema di analisi del movimento. La performance prevede l'alternarsi di condizioni visive (con e senza feedback visivo) e di due piattaforme, una "flat surface" e una "short base" di 12 cm, quest'ultima necessita oltre all'attivazione della strategia di caviglia anche il supporto dell'anca e di tronco per contrastare l'effetto perturbante. Ancora una volta i soggetti affetti da CLBP esibiscono uno scarso controllo motorio, mostrano infatti elevati tempi di ripristino dell'equilibrio e un crescente numero di aggiustamenti posturali. In contrasto con i precedenti studi non si evidenzia nessuna differenza significativa tra i due gruppi nell'escursione del COP.

Il recente Case report di *Caffaro et al*³⁵ del 2014 ripropone l'utilizzo di superfici instabili per indagare le risposte neuromuscolari e i cambiamenti del sistema propriocettivo dei soggetti con lombalgia cronica che mantengono alterati i meccanismi di stabilità posturale. Il campione dello studio è costituito da 21 CLBP (<3mesi) di età tra i 30 e i 57 anni e 23 controlli reclutati dall'ospedale dell'Università di Sao Paulo in Brasile. Gli autori hanno cercato di creare condizioni che prevedessero per ogni prova l'utilizzo selettivo o l'esclusione di uno dei subsistemi di integrazione del controllo posturale: il sistema visivo, somato-sensoriale e vestibolare. L'analisi di tali meccanismi è stata permessa richiedendo ai partecipanti tre differenti compiti in statica eretta della durata di 10 secondi alterando superfici stabili e instabili, a prove con e senza abolizione della vista. Esaminando questo lavoro si osserva che, predetto che non sono presenti differenze statisticamente significative nei due gruppi per età, altezza, peso, BMI e genere (CI 95%), i pazienti del gruppo CLBP

dimostrano alterazioni della stabilità posturale evidenziate dalle maggiori escursioni del COP in tutte e quattro le condizioni. Le differenze tra i due gruppi si esacerbano con privazione della vista su superfici instabili, questo sottolinea la possibile disregolazione dei meccanismi di analisi e integrazione dell'informazione somatosensoriale e visiva.

L'unico articolo che ha indagato l'interazione del dual task sulla stabilità posturale è lo studio pilota di *Sherafat et al*³⁶ (2014). Gli autori ritengono che il controllo della postura e l'esperienza del dolore possano essere influenzati dai processi attentivi e ipotizzano che l'aggiunta di compito cognitivo ad un test di controllo posturale abbia un effetto maggiormente svantaggioso sulla performance dei CLBP rispetto ai controlli. Per l'obiettivo preposto è stato utilizzato come test di abilità cognitiva la versione uditiva dello Stroop Test esponendo i partecipanti all'ascolto di due parole "alto" e "basso" emesse ad alto o basso volume. L'interferenza nasce dunque dall'interazione tra i due differenti stimoli, in cui il testo risulta confondente perché prevale in maniera automatica sullo stimolo uditivo, presupponendo uno sforzo cognitivo dei soggetti per dissociarlo ed escluderlo. Per incrementare la difficoltà ai partecipanti è stato richiesto di riconoscere il livello del suono indipendentemente dalla parola utilizzata, ma rispondere il contrario di quello percepito. Dai risultati si desume che l'aggiunta del compito cognitivo in condizioni semplici di mantenimento dell'equilibrio non influenza negativamente la performance, mostrando tra i due gruppi comportamenti equiparabili. Maggiori difficoltà si evidenziano invece da parte dei pazienti nelle prove senza feedback visivo e moderati livelli di instabilità, imprevisti risultati di miglioramento del task posturale si riscontrano solo nei LBP incrementando ulteriormente il livello di instabilità. Questi risultati possono essere spiegati dal fatto che i pazienti a differenza degli asintomatici, all'incrementare della difficoltà posturale, producono un maggior numero di errori al test uditivo; l'interpretazione degli autori si riflette sulla capacità dei pazienti di ignorare il compito cognitivo per concentrarsi maggiormente su quello posturale.

Elettromiografia di superficie

L'unico articolo della revisione incluso nella ricerca che valuta gli alterati pattern di attivazione muscolare in relazione ai disturbi del controllo posturale è lo studio di *Newcomer*³⁷ (2002) che osserva le differenti risposte muscolari di 20 soggetti con CLBP e 20 asintomatici dopo l'esposizione a forze perturbanti. Lo studio compara l'attività elettromiografica di alcuni muscoli (erettori spinali, retto dell'addome, gastrocnemio e tibiale anteriore) valutandone latenza, durata e quantità di attivazione muscolare durante la richiesta di mantenimento dell'equilibrio. Dai risultati elettromiografici ottenuti si riscontrano nei CLBP alterati pattern di reclutamento muscolare del complesso toracico-lombare, riportando un significativo aumento di attivazione degli erettori spinali a discapito del retto addominale che viene utilizzato correttamente soltanto dal 13% dei pazienti. Diversamente da quanto ipotizzato non emergono differenze significative nell'attivazione della muscolature distale, tale da giustificare nei soggetti con lombalgia cronica un disturbo globale del controllo neuro-motorio.

Posturografia dinamica computerizzata

*Della Volpe, Popa e Gianneschi*³⁸ hanno condotto uno studio nel 2005 utilizzando l'Equitest come strumento di valutazione dei meccanismi di mantenimento dell'equilibrio per testare tra soggetti con Chronic Low Back Pain e sani i differenti contributi del sistema visivo, propriocettivo e vestibolare. Sono stati selezionati 12 soggetti con dolore alla schiena presente da almeno 6 mesi, senza disturbi neurologici e vestibolari, fra i criteri di esclusione è importante sottolineare la presenza di problematiche relative alle anche, alle ginocchia, ai piedi o alle caviglie che potessero interferire con la veridicità dei risultati. Le differenti condizioni di vista, di stabilità della pedana e la presenza o assenza del "sway reference" hanno determinato nei CLBP un incremento dei valori medi di velocità e della radice quadrata della media del centro di pressione in direzione antero-posteriore. Le prove nelle quali i risultati dei due gruppi divergono maggiormente sono quelle che prevedono la condizione di instabilità della pedana e l'abolizione della vista. Ancora una volta assumono particolare rilevanza il contributo propriocettivo e l'integrazione dell'informazione visiva che appaiono i subsistemi maggiormente compromessi nei pazienti con lombalgia cronica. La deficitaria accuratezza nei processi di integrazione delle informazioni sensoriali è stata poi confermata dagli *stessi autori*³⁹ due anni dopo, in particolare vengono analizzate le strategie di controllo posturale in condizioni statiche e nel momento precedente improvvise traslazioni della pedana. Dai risultati si evidenzia una maggiore instabilità posturale dei pazienti soltanto nel mantenimento della statica eretta senza feedback visivo. Si osserva infatti un incremento dell'ampiezza delle oscillazioni del centro di pressione, i cui parametri si normalizzano alla reintroduzione della vista. Interessante il comportamento dei due gruppi nell'attesa delle molteplici perturbazioni indotte, i pazienti alla prima perturbazione rispondono in maniera alquanto differente dai controlli, ma esibendo nel corso delle successive perturbazioni una maggior prontezza e abilità posturale, mostrano nelle ultime prove risultati equiparabili ai controlli.

Repositioning error

L'unico articolo della revisione che non mostra differenze in termini di capacità propriocettive è lo studio pilota di *Newcomer et al*⁴⁰ del 2000, che si pone di indagare le correlazioni tra età, genere, attività, dolore e i disturbi del sistema propriocettivo nei pazienti con lombalgia cronica. Il campione è costituito da 20 individui con lombalgia non radicolare (>3mesi) e 20 asintomatici equiparabili ai pazienti per le medesime caratteristiche demografiche. Ai soggetti è stato richiesto di riprodurre sei differenti posizioni del tronco tra cui la flessione, l'estensione, la flessione laterale e le rotazioni bilaterali, mettendo a disposizione due secondi di tempo per memorizzare la posizione richiesta e simularla dopo il ritorno in posizione neutra. I soggetti sono stati analizzati sia ad occhi chiusi che aperti e per ogni prova l'errore di riposizionamento è stato determinato calcolando la differenza tra il target richiesto e la media dei tre tentativi di posizionamento disponibili per ogni singolo movimento. A tal proposito sono stati applicati ad ogni partecipante due marker sui processi spinosi di L1 e S1. Contrariamente alle ipotesi sostenute i risultati non mostrano differenze significative tra le performance dei due gruppi in nessun movimento del tronco esaminato senza evidenziare alcuna correlazione con le variabili indagate.

Pochi mesi dopo, lo stesso autore⁴¹ ripropone una simile analisi modificando tuttavia alcuni criteri nella selezione dei partecipanti e nella realizzazione della procedura per la valutazione dei soggetti. Aumenta i tempi di inclusione dei soggetti con lombalgia cronica, stabilendo come valore cut off i 6 mesi rispetto ai tre imposti precedentemente, inoltre per incrementare il contributo dei processi di ricezione sensoriale della colonna, sceglie di immobilizzare parzialmente la pelvi e le ginocchia con cinghie. Modifica poi la distribuzione dei marker applicandoli a livello di T1 e S1 e utilizza come unica condizione visiva, l'abolizione della vista (Fig. 3)

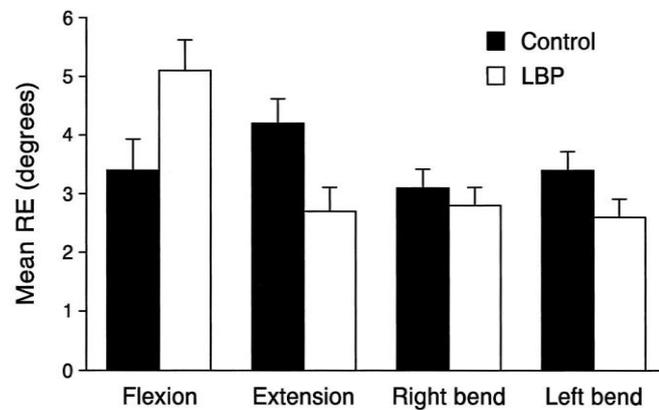


Figura 3 Posizionamento partecipanti. Media dei valori del repositioning error nelle quattro direzioni di movimento.

Dai risultati si evince che i pazienti rispetto ai controlli commettono maggiori errori di riposizionamento nei compiti in flessione, tuttavia risultano più abili dei controlli bei task che prevedono l'estensione. A conferma dello studio precedente non si evidenziano correlazioni significative tra l'età, il genere e il livello di attività dei partecipanti rispetto alla performance richiesta.

Successivamente anche nello studio di *Descarreaux et al*⁴² (2005) per minimizzare l'informazione propriocettiva proveniente dagli arti inferiori si è ritenuto opportuno immobilizzare la pelvi per analizzare le abilità di riposizionamento. È stato richiesto ai soggetti il riconoscimento e la riproduzione di tre posizioni in flessione, rispettivamente a 15°, 30°, 60° e una in estensione di 15°. A differenza dei passati studi, che prevedevano soltanto pochi secondi per la memorizzazione della posizione target, gli autori introducono una precedente fase di apprendimento nella quale i soggetti, senza limiti di tempo, sono stati corretti e istruiti con feed back visivi. Una preliminare analisi rileva differenze nel gruppo dei pazienti circa i tempi necessari all'apprendimento del compito, si individuano infatti due sottogruppi, definiti dagli autori: "LBPshort" e "LBPlong". Gli ultimi hanno richiesto rispetto ai primi numerose prove di preparazione prima di poter affrontare il test

valutativo. Comparando le prove dei tre gruppi non emergono significative differenze in merito agli errori di posizionamento, la fase di apprendimento ha permesso ai partecipanti di sviluppare e affinare le proprie abilità propriocettive, permettendo anche ai pazienti di completare con successo le prove richieste. Dai risultati dell'analisi quantitativa dei parametri relativi ai tempi di latenza, di velocità ed al rapporto di simmetria temporale risultano equiparabili i valori tra i LBPshort e il gruppo controllo; i LBPlong mostrano invece un aumento dei tempi di latenza e una moderata riduzione dei picchi di velocità (Fig. 4).

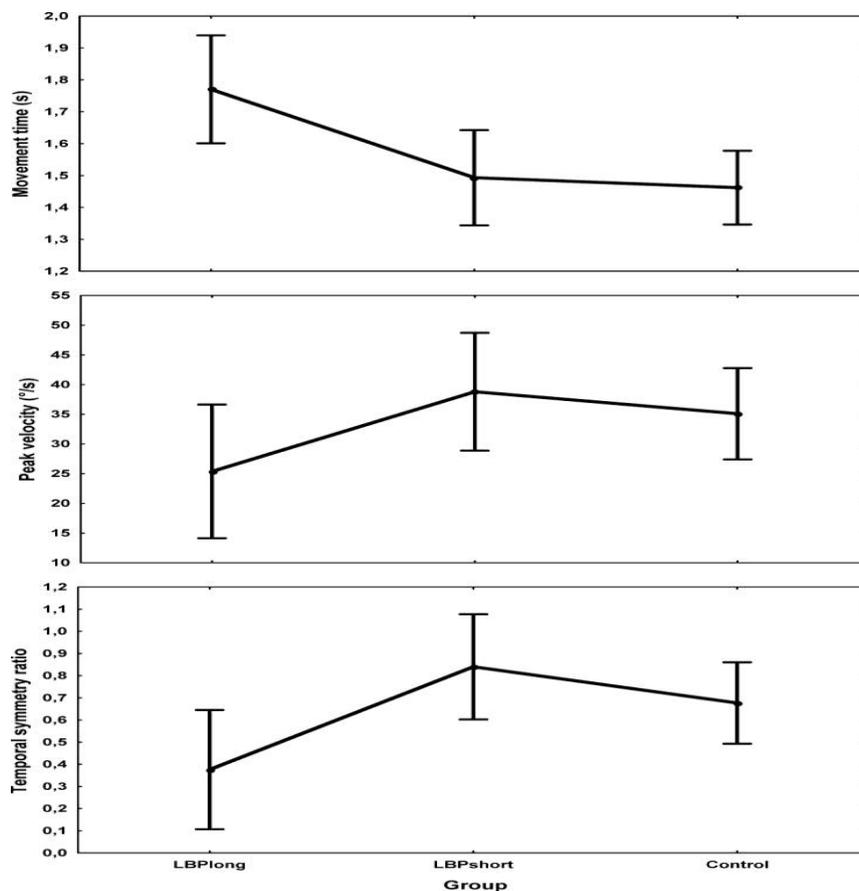


Figura 4 Media dei tempi di latenza, velocità e rapporto di simmetria temporale per ogni gruppo di partecipanti

Il più recente studio in merito alla valutazione del repositioning error è rappresentato dallo studio osservazionale di *Sheeran et al*⁴³ del 2012, che comprende un vasto campione di individui. Sono stati infatti reclutati 90 pazienti con lombalgia cronica aspecifica (> 3mesi) e 35 soggetti asintomatici, ai quali è stata testata l'abilità di raggiungimento e mantenimento della posizione neutra della colonna toraco-lombare sia in statica eretta che assisa. L'analisi

è stata condotta attraverso un sistema tridimensionale di analisi del movimento con marker applicati sui livelli C7, T12 e S1 e l'elettromiografia di superficie per registrare l'attività dei muscoli multifido, ileo lombare ed obliqui. Una peculiarità interessante dello studio è stata la classificazione dei pazienti secondo i criteri di *O' Sullivan*^{44;45} in sottogruppi di "flexion pattern" e "active extension pattern". I risultati, confermando una maggiore difficoltà da parte dei pazienti nel conseguimento della posizione neutrale, sottolineano quanto già sostenuto in precedenza dai precedenti studi. Tra i sottogruppi di pazienti si evidenziano invece differenze significative solo nella posizione assisa, nella quale i "flexion pattern" sovrastimano il target lombare rispetto al toracico, il fenomeno contrario avviene nei "active extension pattern".

Analisi cinematica

Numerosi studi hanno analizzato le alterazioni cinematiche della colonna toraco-lombare dei soggetti con lombalgia cronica, a tal proposito *Daele et al*⁴⁶(2009) presentano uno studio condotto su 19 pazienti e 20 sani analizzati su sedute instabili. In particolare, i soggetti sono stati posti su una seduta costituita da una pedana poggiata su un'emisfera di 43 cm e valutati per una prova di mantenimento dell'equilibrio di almeno 20 secondi. L'applicazione dei marker ha compreso tutto il distretto toraco-lombare fino alla pelvi, sono stati infatti posizionati a livello di C7, T7, L3, sull'acromion, sulle creste iliache e sulle SIPS. Dai risultati si riscontrano nei CLBP maggiori deviazioni antero-posteriori del tilt pelvico e un incremento del movimento del tronco in direzione antero-posteriore e flessione laterale. La strategia posturale di rotazione del tronco viene invece utilizzata in maniera analoga da entrambi i gruppi.

L'anno successivo gli stessi autori⁴⁷ propongono uno studio pilota con il medesimo obiettivo del precedente, indagare quindi il movimento cinematico della colonna ma con l'aggiunta di un compito cognitivo. L'ipotesi sostenuta dagli autori è che aumentando il carico di informazioni incrementi nei pazienti la rigidità nei movimenti del tronco. Le procedure di analisi, dal tipologia di seduta alla valutazione strumentale, risultano pressoché invariate, il cambiamento si presenta nell'introduzione della condizione di appoggio monopodalico oltre al bi podalico e nella scelta di inserire come esercizio cognitivo il contare indietro di tre

numeri per volta. L'influenza dell'attenzione nel compito posturale determina risposte simili soltanto nelle prove in appoggio bi podalico, in cui si riscontra per entrambi i gruppi un aumento dell'instabilità. Nel compito con maggior difficoltà posturale l'aggiunta del dual task evidenzia un aumento della stabilità posturale dei pazienti, contrariamente ai controlli che mostrano un aumento della mobilità articolare sia del tratto toracico che del complesso lombo pelvico. I pazienti di fronte alla richiesta del dual task reagiscono migliorando il proprio controllo posturale, una possibile spiegazione sembrerebbe essere l'ipotesi dell'effetto distraente del compito cognitivo sulla performance richiesta. Le cause di mantenimento del dolore sono state spesso attribuite ai meccanismi di kinesio-fobia, paura del movimento messi in atto dai pazienti, si presuppone che spostando il focus attentivo dalla prova valutata si ottenga un miglioramento della performance.

*Mok, Brauer e Hodges*⁴⁸ (2010) hanno condotto uno studio con l'obiettivo di verificare nei soggetti con CLBP la relazione tra il movimento cinematico della colonna e l'efficacia degli aggiustamenti posturali. A tal fine analizzano la stabilità posturale in statica eretta di 11 CLBP e 11 sani su una piattaforma di forza, inducendo forze perturbanti. Ai soggetti è richiesto il mantenimento dell'equilibrio mentre sostengono tra le mani una scatola contenente un peso di 1kg. In seguito al carico applicato si osserva nei pazienti una ritardata risposta di flessione del tronco necessaria alla stabilizzazione del tronco per l'aggiunta del peso e un maggior numero di aggiustamenti posturali soprattutto in direzione antero-posteriore. Si conferma perciò la correlazione tra la mobilità della colonna lombare sia con i tempi di stabilizzazione posturale che con il numero di aggiustamenti posturali necessari.

Trattamento

Negli ultimi anni si è assistito ad un aumento degli studi in merito alle influenze della riabilitazione sui disturbi di controllo posturale, si evidenziano differenti tipologie di approcci riabilitativi in grado di modificare tali deficit.

*Shenoy et al*⁴⁹ (2010) hanno condotto uno studio su una popolazione di 45 soggetti con lombalgia cronica con lo scopo di misurare l'efficacia di un training di "core stability" rispetto ad un trattamento di fisioterapia convenzionale sui parametri di controllo posturale. I soggetti sono stati randomizzati in tre gruppi; il primo ha seguito un trattamento di "core stability" comprendente contrazioni isolate della muscolatura del tronco, mantenute inizialmente in posizioni statiche fino all'integrazione con compiti più dinamici e funzionali. Il regime convenzionale proposto al secondo gruppo prevedeva invece tecniche articolari di trazione, mobilizzazione e manipolazione di 3-5 minuti ed esercizi terapeutici di stretching e mobilità del tronco. Per il gruppo di controllo non è stato previsto nessun trattamento. Dopo le 8 settimane di training, ad esclusione dei controlli, entrambi i gruppi mostrano una riduzione del dolore e del livello di disabilità nelle seguenti scale di valutazione (VAS, Roland Morris Disability Questionnaire, Fear Avoidance Belief Questionnaire e Chronic Pain Grade Questionnaire); solo il gruppo del core stability riporta un incremento della stabilità posturale nel test di analisi stabilometrica. È il primo studio che valuta gli effetti del core stability sulle variabili di controllo posturale, utilizzando criteri di randomizzazione dei pazienti e strumenti ripetibili di analisi statistica per minimizzare gli errori di validità interna. I limiti dello studio sono rappresentati dai criteri di inclusione dei LBP troppo aspecifici rispetto ai parametri di cronicità dei pazienti, vengono infatti inclusi anche soggetti subacuti che presentano lombalgia da soli due mesi.

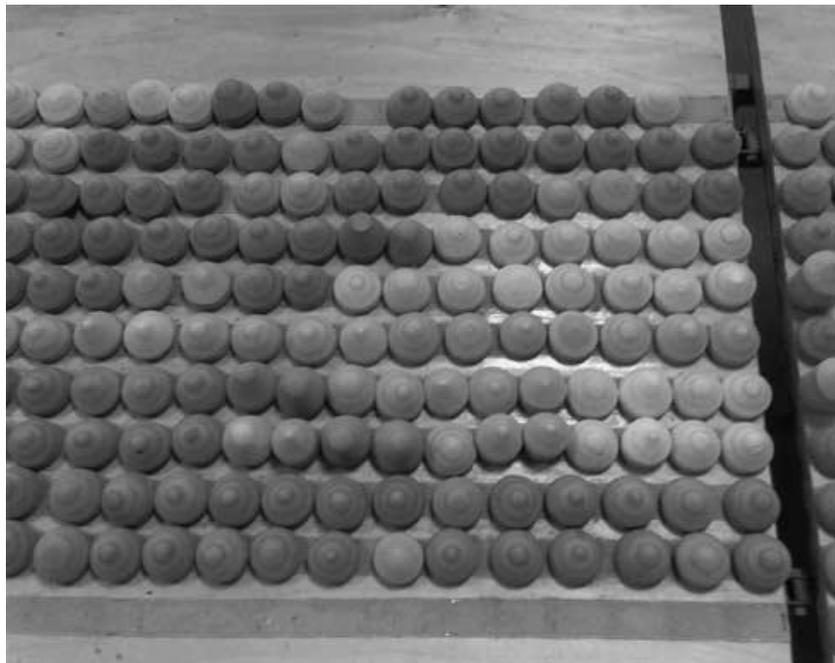
Nel 2011 *Pozo-Cruz et al*⁵⁰ elaborano un RTC sugli effetti della terapia vibratoria nel recupero della capacità di stabilità posturale. Tale terapia prevede l'utilizzo di piattaforme oscillanti, le cui vibrazioni, regolabili a determinate frequenze e ampiezze, sono trasmesse a tutto il corpo. La stimolazione muscolare indotta provoca la comparsa del riflesso tonico vibratorio, che attraverso piccoli e veloci cambiamenti della lunghezza muscolare, determina l'attivazione delle differenti strutture deputate alla sensibilità propriocettiva. Dei 50 partecipanti inclusi nello studio, 25 sono stati sottoposti ad esercizi vibratorii su piattaforme oscillanti, il gruppo di controllo ha invece continuato a svolgere le proprie attività quotidiane

per tutta la durata dello studio. Gli effetti delle 12 settimane di trattamento sembrerebbero influire positivamente sugli outcome di dolore, disabilità e stabilità posturale, sebbene sia importante sottolineare la scarsa entità dei miglioramenti osservati (Fig. 5).

Outcome measure	Baseline		Post-treatment		Treatment effect Mean (95% CI)	<i>p</i> _a	Effect size
	Control group (<i>n</i> = 24)	WBV group (<i>n</i> = 25)	Control group (<i>n</i> = 24)	WBV group (<i>n</i> = 25)			
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)			
<i>Primary outcomes</i>							
RM (points)	12.44 (4.46)	11.63 (8.35)	12.40 (4.50)	10.47 (8.68)	-1.12 (-2.42 to 0.96)	0.001	-1.01
Oswestry (%)	29.16 (15.78)	26.50 (17.00)	29.24 (15.64)	20.28 (10.89)	-6.3 (-13.74 to 1.70)	0.013	-0.72
HRQoL (tto)	0.69 (0.03)	0.71 (0.05)	0.68 (0.18)	0.76 (0.23)	0.06 (-0.10 to 0.09)	0.042	0.53
VAS back (0–100 points)	39.54 (13.26)	38.36 (15.85)	39.68 (14.77)	29.00 (13.02)	-9.40 (2.94 to 16.05)	0.006	-0.85
<i>Secondary outcomes</i>							
PSTAntPost (°)	0.57 (0.40)	0.52 (0.22)	0.57 (0.40)	0.41 (0.95)	-0.11 (-0.22 to 0.00)	0.031	-3.74
PSTMedLat (°)	0.47 (0.36)	0.33 (0.17)	0.47 (0.37)	0.30 (0.21)	-0.03 (-0.13 to 0.05)	0.422	-0.20
T6MWT (m)	419.52 (153.56)	433.14 (87.39)	424.52 (144.56)	458.62 (87.10)	20.48 (12.61 to 53.57)	0.221	0.34
PILE test (kg)	9.45 (9.41)	12.25 (9.89)	9.50 (9.11)	14.10 (9.55)	1.80 (0.49 to 3.11)	0.008	0.77
Sens (vu)	4.37 (3.52)	5.68 (2.82)	4.50 (3.44)	4.79 (2.51)	-1.02 (-1.71 to 0.42)	0.002	-2.20
<p><i>a</i>_p-values of analysis of variance (ANOVA) for repeated measures to compare differences between groups after 12-week vibration training.</p> <p>RM: Roland Morris questionnaire; Oswestry: Oswestry questionnaire; HRQoL: health-related quality of life measured with EQ-5D-3L questionnaire; VAS back: visual analogue scale for back pain (20 cm); PSTAntPost: anterior posterior score from postural stability test; PSTMedLat: medial lateral score from postural stability test; 6MWT: six-minute walk test; Sens: peripheral vibration sensibility; vu: vibration units about the vibration II manual; WBV group: whole body vibration group; tto: time trade-off tariff; PILE: Progressive Isoinertial Lifting Evaluation</p>							

Figura 5 Effetti della terapia vibratoria (WBW) nei pazienti con chronic low back pain.

L'unico articolo incluso nella revisione che ha puntato ad elaborazione uno specifico trattamento basato sulla riabilitazione propriocettiva è lo studio di *Paolucci et al*⁵¹ che propone un innovativo approccio cognitivo ai disturbi del sistema di controllo posturale. Gli autori progettano un training propriocettivo basato sull'interazione tra il paziente e uno specifico strumento ideato da *Morone et al*⁵² e definito "superficie per la riabilitazione propriocettiva". La superficie è formata da 100 coni di materiale deformabile (latex), di varie dimensioni (2-4 cm), altezza (3-8cm) ed elasticità (20-40-60%). Il programma terapeutico prevede esercizi di riconoscimento della superficie di appoggio attraverso il contatto diretto del tronco, i pazienti devono infatti riuscire a discriminare mediante la superficie recettoriale della schiena, il numero, la forma o lo spessore dei coni percepiti.



Nel seguente studio un mese di training propriocettivo è stato messo a confronto con un trattamento secondo i principi della back school e 30 CLBP sono stati randomizzati nei due gruppi di intervento. Come misure di outcome sono state utilizzate il McGill Pain Questionnaire validato in italiano⁵³ per la percezione del dolore e la valutazione stabilometrica del centro di pressione per la stabilità posturale. Dall'analisi dei risultati si evidenzia un miglioramento della sintomatologia dolorosa dei partecipanti ad entrambi i tipi di intervento, nonostante i due training producano effetti differenti sulla stabilità posturale.

La rieducazione propriocettiva determina infatti una riduzione di ampiezza e velocità delle oscillazioni in direzione laterale, a differenza del secondo intervento che agisce sui medesimi parametri posturali ma in direzione antero-posteriore. Data la positività dei risultati ottenuti e la complementarità degli interventi di trattamento indagati, si ritiene opportuno combinare gli esercizi e le tecniche di rieducazione seppur di due approcci metodologicamente differenti al fine di fornire maggiori strumenti ai pazienti e gestire con un approccio più globale le disfunzioni del sistema di controllo motorio e posturale.

Il più recente articolo della revisione in merito al trattamento dei meccanismi di controllo del sistema posturale è lo studio di *Brooks, Kennedy e Marshall*⁵⁴ che confrontano l'efficacia di un trattamento posturale specifico rispetto ad un programma generale di esercizi in merito al dolore, alle disabilità e alla modifica degli atteggiamenti posturali anticipatori. Il campione dello studio è rappresentato da 64 pazienti affetti da lombalgia cronica (>3mesi) randomizzati in due gruppi di intervento. Il primo gruppo ha seguito un training posturale basato su esercizi di contrazione della muscolatura del tronco con biofeed-back, esercizi di riconoscimento e raggiungimento della posizione neutra, esercizi di mobilità dell'anca e stretching globale; per il secondo gruppo è stata invece prevista una rieducazione funzionale generica che includesse esercizi di mobilità globale, di rinforzo muscolare e attività su cicloergometri. Dopo le 8 settimane di training entrambi i gruppi presentano una consistente riduzione della sintomatologia dolorosa, sebbene solo il training posturale ha effetti sulla disabilità. Diversamente dai risultati previsti, non si rilevano elementi di miglioramento delle variabili posturali analizzate.

4. DISCUSSIONE

Dai risultati emersi da questa revisione si deduce che negli ultimi anni c'è stata una crescente attenzione nella ricerca delle possibili cause responsabili del mantenimento della sintomatologia dolorosa e delle alterazioni del controllo neuro-motorio nei soggetti affetti da lombalgia cronica. Nella maggior parte degli studi presi in considerazione è stata effettuata una comparazione delle variabili di stabilità posturale e senso di posizione tra soggetti con CLBP e gruppi controllo. Attraverso valutazioni statistiche è stato possibile verificare differenze significative tali da poter confermare la correlazione tra disfunzioni del sistema di controllo posturale e la presenza di lombalgia cronica. In generale gli autori sembrano concordi nel riscontrare nei pazienti un'aumentata instabilità posturale e uno scarso controllo neuromotorio, responsabili dell'incremento di difficoltà nell'adempimento delle performance richieste.

In particolare dai dati è possibile rilevare:

-ritardate risposte di spostamento del COP e aumentati tempi di ripristino dell'equilibrio (*Mok et al*³¹, *Henry et al*³², *Lafond et al*³³);

-aumentata ampiezza degli spostamenti del COP associata ad un maggior numero delle escursioni soprattutto in direzione antero-posteriore (*Lafond et al*³³, *Mok et al*³⁴, *Caffaro et al*³⁵, *Popa et al*³⁹)

Tali alterazioni si aggravano nelle prove con abolizione della vista e in quelle che prevedono un'aumentata instabilità della superficie d'appoggio, ciò evidenzia la probabile disregolazione dei meccanismi di analisi e integrazione delle informazioni ipotizzata dai numerosi autori.^{30,34,36,38,39} Privando i soggetti del feedback visivo si richiede infatti un maggior contributo del sistema vestibolare e somatosensoriale. Dato che nella maggior parte degli studi tra i criteri di esclusione vengono citate le disfunzioni vestibolari, significativo assume il ruolo dell'informazione somatosensoriale per il mantenimento dell'equilibrio ad occhi chiusi. Questo suggerisce che gli individui con CLBP si affidino troppo all'imput visivo poiché dispongono di uno scarso supporto da parte del sistema propriocettivo. Queste informazioni possono essere considerate importanti fattori di implicazione clinica; la condizione di abolizione della vista in una proposta di trattamento

terapeutico dovrà perciò rappresentare un elemento chiave nella scelta di elaborazione degli esercizi.

Interessante risulta poi lo studio di *Popa, Bonifazi e Della Volpe*³⁹ che utilizza l'Equitest come strumento di valutazione dei meccanismi di mantenimento dell'equilibrio. Alla prima perturbazione i pazienti rispondono in maniera completamente differente dai controlli ma esibiscono nel corso delle successive perturbazioni una maggior prontezza e stabilità posturale, mostrando nell'ultima prova risultati equiparabili ai controlli. I pazienti se stimolati, apprendono e migliorano nel corso della performance la propria capacità di controllo posturale. Si evidenzia quindi la possibilità di utilizzo delle perturbazioni, in crescenti livelli di difficoltà della base di appoggio, non solo per la valutazione ma come esercizio di preparazione alla condizione di equilibrio che miri ad incrementarne la stabilità.

Risultati contrastanti emergono invece sul contributo del sistema propriocettivo nei disturbi del sistema posturale. La letteratura ipotizza che i pazienti con lombalgia cronica esibiscano una minor senso di posizione sulla base di studi che riportano deficit propriocettivi a carico della colonna lombare. A tal proposito *Newcomer et al*^{40,41} conducono due differenti studi nei quali comparano l'abilità di posizionamento tra individui con LBP e soggetti sani. Nel primo studio gli autori non riscontrano differenze significative nelle prove di riproduzione di sei differenti task; tuttavia pochi mesi dopo ripropongono la medesima indagine modificando alcuni parametri nella realizzazione dello studio. Introducono l'immobilizzazione della pelvi, restringono i criteri di inclusione per omogeneizzare il gruppo pazienti, modificano l'applicazione dei marker e scelgono di valutare i soggetti solo ad occhi chiusi. I dati mostrano risultati poco chiari, i pazienti compiono infatti maggiori errori di posizionamento nei compiti in flessione, ma sono più abili dei controlli nei task in estensione. L'unico articolo che conferma i deficit del sistema propriocettivo nei pazienti con lombalgia cronica è il recente studio di *Sheeran et al*⁴³ che mostra come i pazienti compiano numerosi errori di posizionamento nel raggiungimento della posizione neutra della colonna toraco-lombare. Infine *Descarreaux et al*⁴² evidenziano come un breve periodo di apprendimento motorio attraverso l'uso di istruzioni verbali e visive, permetta anche ai soggetti con CLBP di ottimizzare e migliorare la propria capacità di posizionamento. Un training propriocettivo, che miri alla graduale consapevolezza del movimento del proprio corpo nello spazio e

incrementi il senso di posizione della colonna sembrerebbe necessario per migliorare i processi di integrazione sensoriale e le strategie di controllo posturale.

In letteratura sono emersi numerosi approcci riabilitativi per il trattamento dei disturbi del controllo posturale in pazienti con low back pain, bensì solo alcuni si sono rilevati efficaci. La maggior parte fa riferimento alla fase acuta del problema, nella revisione abbiamo voluto indagare metodi in grado di modificare gli aspetti correlati alla cronicità del disturbo.

*Shenoy et al*⁴⁹ sembrano centrare l'obiettivo proponendo un training di core stability basato su contrazioni muscolari isolate da mantenere inizialmente in posizioni statiche fino all'utilizzo in compiti sempre più complessi. La richiesta di esercizi coscienti volti ad aumentare il controllo del movimento e migliorare le capacità funzionali, se proposti e attuati durante le proprie attività di vita quotidiana sembrerebbe influire positivamente sulla stabilità posturale.

Per quanto riguarda la riabilitazione propriocettiva, un training⁵¹ basato sul perfezionamento dell'abilità di riconoscimento di differenti superfici attraverso il tronco apporta cambiamenti e modifiche nei parametri posturali di stabilità. I risultati mostrano infatti una riduzione di ampiezza nell'escursioni del COP durante il mantenimento della statica eretta ad occhi aperti.

5. CONCLUSIONI

Si deduce che, sulla base della continua ricerca delle possibili cause responsabili del mantenimento delle alterazioni funzionali nei soggetti con LBP, i disturbi del controllo posturale rappresentino uno dei fattori più rilevanti. La conclusione di questo elaborato è che allo stato attuale delle conoscenze, non emerga un gold standard di riferimento per il trattamento di tali pazienti, bensì differenti approcci riabilitativi. Ai terapeuti il compito di identificare le caratteristiche cliniche soggettive includendo nella valutazione dei soggetti i parametri e le variabili di stabilità posturale analizzate, come la condizione di abolizione della vista e l'utilizzo di superfici instabili. Grazie a queste informazioni si potrà aumentare l'appropriatezza della tecnica di trattamento scelta e promuovere una riabilitazione basata sulla correzione dei pattern disfunzionali riscontrati. L'approccio riabilitativo deve infatti porsi come obiettivo il ripristino delle normali strategie motorie, il training quindi, oltre a ridurre l'intensità del dolore e il livello di disabilità, dovrà necessariamente associarsi ad un miglioramento della abilità motoria.

La ricerca futura dovrà indirizzarsi verso la produzione di nuovi studi di alta qualità metodologica per ottenere risposte definitive sull'argomento, soprattutto per quanto riguarda le implicazioni nel trattamento riabilitativo. Indagare gli effetti neurofisiologici che ancora poco studiati, possono avere importanza clinica nei cambiamenti dell'attività e nel controllo neuro-muscolare. Inoltre sarebbe opportuno indirizzare la ricerca su specifici sottogruppi di pazienti lombalgici in base ai differenti pattern motori identificati.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Manchikanti L. Epidemiology of low back pain. *Pain Physician* 2000; 3 (2): 167- 192.
2. Gobel H. Epidemiology and costs of chronic pain syndromes exemplified by specific and unspecific low back pain. *Schmerz*. 2001;15:92–98.
3. Melloh M, Elfering A. Identification of prognostic factors for chronicity in patients with low back pain: a review of screening instruments. *Int Orthop*. 2009 Apr;33(2):301-13.
4. Mergner T, Rosemeier T. Interaction of vestibular, somatosensory, and visual signals for postural control and motion perception under terrestrial and microgravity conditions: A conceptual model. *Brain Res Rev* 1998;28:118–35.
5. Massion J. Movement, posture and equilibrium : interaction and coordination. *Prog Neurobiol* 1992; 38:35-38
6. Luoto S, Taimela S, Hurri H, Aalto H, Pyykko I, Alaranta H. Psychomotor speed and postural control in chronic low back pain patients. A controlled follow-up study. *Spine* 1996;21:2621–7.
7. 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.
8. Moseley GL, Nicholas MK, Hodges PW. Pain differs from non-painful attention-demanding or stressful tasks in its effect on postural control patterns of trunk muscles. *Exp Brain Res* 2004;156:64–71.
9. Moseley GL, Hodges PW. Are the changes in postural control associated with low back pain caused by pain interference? *Clin J Pain* 2005;21:323–9
10. Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech (Bristol Avon)* 1999;14:710–6.
11. Nies N, Sinnott PL. Variations in balance and body sway in middleaged adults. Subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine* 1991;16:325–30.
12. Colewicki J, Silfies SP, Shah RA, Greene HS, Reeves NP, Alvi K, Goldberg B. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30: 2614–2620.
13. Radebold A, Cholewicki J, Panjabi MM, Patel TC. Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25: 947–954.

14. Reeves NP, Cholewicki J, Milner TE. Muscle reflex classification of low-back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2005;15: 53–60.
15. Strokes IA, Fox JR, Henry SM. Trunk muscular activation patterns and responses to transient force perturbation in persons with self-reported low back pain. *Eur Spine J* 2006;15: 658–667.
16. MacDonald D, Moseley GL, Hodges PW. People with recurrent low back pain respond differently to trunk loading despite remission from symptoms. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010;35: 818–824.
17. Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:378–83.
18. Duarte M, Zatsiorsky VM. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. *Motor Control* 1999;3:12–27.
19. Della Volpe R, Popa T, Ginanneschi F, Spidalieri R, Mazzocchio R, Rossi A. Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. *Gait Posture* 2006;24:349–55
20. Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *Eur Spine J.* 2011;20:358–68
21. Brumagne S, Cordo P, Lysens R, Verschueren S, Swinnen S. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine* 2000;25: 989–94.
22. Taimela S, Kankaanpaa M, Luoto S. The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. A controlled study. *Spine* 1999;24:1322–7.
23. Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine* 1998;23:371–7.
24. Newcomer K, Laskowski ER, Yu B, et al. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine* 2000;25:245–50.
25. Lam SK, Jull G, Treleaven J. Lumbar spine kinesthesia in patients with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989;29:294–9.
26. Kuukkanen TM, Malkia EA An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clin Rehabil* 2000;14(2):192–202
27. Paalanne N, Korpelainen R, Taimela S, Remes J, Mutanen P, Karppinen J Isometric trunk muscle strength and body sway in relation to low back pain in young adults. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33:E435–E441.

28. J. Jancova. Measuring the balance control system review. ACTA MEDICA, 2008;51(3):129–137.
29. Waddell G, Somerville D, Henderson I, et al. Objective clinical evaluation of physical impairment in chronic low back pain. Spine 1992; 17: 617–628.
30. Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2000 ;26:724-30.
31. 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.
32. Henry SM, Hitt JR, Jones SL, Bunn JY. Decreased limits of stability in response to postural perturbations in subjects with low back pain. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2006;21:881-92.
33. Lafond D, Champagne A, Descarreaux M, Dubois JD, Prado JM, Duarte M Postural control during prolonged standing in persons with chronic low back pain. Gait Posture. 2009;29:421-7
34. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Postural recovery following voluntary arm movement is impaired in people with chronic low back pain. Gait Posture. 2011 ;34:97-102.
35. Caffaro RR, França FJ, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LA, Marques AP. Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: a preliminary case-control study. Eur Spine J. 2014;23:807-13.
36. Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, Akhbari B, Rad SM, Mazaheri M, Negahben H, Lali P. Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain. J Manipulative Physiol Ther. 2014 ;37:170-9.
37. Newcomer KL, Jacobson TD, Gabriel DA, Larson DR, Brey RH, An KN. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain Arch Phys Med Rehabil. 2002;83:816-21.
38. Della Volpe R, Popa T, Ginanneschi F, Spidalieri R, Mazzocchio R, Rossi A. Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. Gait Posture. 2006;24:349-55.
39. Popa T, Bonifazi M, Della Volpe R, Rossi A, Mazzocchio Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. Exp Brain Res. 2007;177:411-8.
40. Newcomer K, Laskowski ER, Yu B, Larson DR, An KN. Repositioning error in low back pain. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25:245-50.
41. Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25:2488-93.

42. Descarreaux M, Blouin JS, Teasdale N. Repositioning accuracy and movement parameters in low back pain subjects and healthy control subjects. *Eur Spine J.* 2005;14:185-91.
43. Sheeran L, Sparkes V, Caterson B, Busse-Morris M, van Deursen R. Spinal position sense and trunk muscle activity during sitting and standing in nonspecific chronic low back pain: classification analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37:E486-95.
44. O'Sullivan PB: Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther* 2005, 10:242-255.
45. Dankaerts W, O'Sullivan PB, Straker LM, Burnett AF, Skouen JS: The interexaminer reliability of a classification method for non-specific chronic low back pain patients with motor control impairment. *Manual Therapy* 2006, 11:28-39.
46. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Differences in balance strategies between nonspecific chronic low back pain patients and healthy control subjects during unstable sitting. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:1233-8.
47. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:583-9.
48. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Changes in lumbar movement in people with low back pain are related to compromised balance. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36:E45-52.
49. Shenoy, Muthukrishnan R, Jaspal SS, Nellikunja S, Fernandes S. The differential effects of core stabilization exercise regime and conventional physiotherapy regime on postural control parameters during perturbation in patients with movement and control impairment chronic low back pain. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2010;2:13.
50. del Pozo-Cruz B, Hernández Mocholí MA, Adsuar JC, Parraca JA, Muro I, Gusi N. Effects of whole body vibration therapy on main outcome measures for chronic non-specific low back pain: a single-blind randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2011;43:689-94.
51. Paolucci T, Fusco A, Iosa M, Grasso MR, Spadini E, Paolucci S, Saraceni VM, Morone G. The efficacy of a perceptive rehabilitation on postural control in patients with chronic nonspecific low back pain. *Int J Rehabil Res.* 2012;35:360-6.
52. Morone G, Iosa M, Paolucci T, Fusco A, Alcuri R, Spadini E, et al. Efficacy of perceptive rehabilitation in the treatment of chronic nonspecific low back pain through a new tool: a randomized clinical study *Clin Rehabil* 2012; 26: 339–350.
53. Majani G, Sanavio E. Semantics of pain in Italy: the Italian version of the McGill Pain Questionnaire. *Pain* 1985; 22:399-405

54. Brook C, Kennedy S, Marshall P Specific trunk and general exercise elicit similar changes in anticipatory postural adjustment in patient with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Spine* 2012;25:1543-1550

