



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-
Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2015/2016

Campus Universitario di Savona

**“Motor control impairment e low back pain:
dall’inquadramento diagnostico al trattamento mirato.
Revisione della letteratura.”**

Candidati:

Dott. Ft Marco Cordoano

Dott.ssa Ft Soleika Salvioli

Relatore:

Dott. Ft OMT Andrea Pozzi

SOMMARIO

ABSTRACT	5
INTRODUZIONE	7
BACKGROUND	7
DESCRIZIONE DELLA CONDIZIONE	7
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	11
MOTIVO DELLA REVISIONE	12
MATERIALI E METODI	13
PROTOCOLLO E REGISTRAZIONE	13
OBIETTIVO 1	13
CRITERI DI ELEGGIBILITÀ	13
<i>Tipologia degli studi</i>	13
<i>Caratteristiche dei partecipanti</i>	13
<i>Test</i>	14
<i>Misure di outcome</i>	14
FONTI DELLE INFORMAZIONI E STRATEGIE DI RICERCA	15
RACCOLTA DATI E ANALISI	17
<i>Selezione degli studi</i>	17
<i>Estrazione dei dati, analisi e sintesi dei risultati</i>	18
OBIETTIVO 2	18
CRITERI DI ELEGGIBILITÀ	18
<i>Tipologia degli studi</i>	18
<i>Caratteristiche dei partecipanti</i>	18
<i>Tipologie di Intervento</i>	19
<i>Tipologie di controllo</i>	19
<i>Misure di Outcome</i>	19
FONTI DELLE INFORMAZIONI E STRATEGIA DI RICERCA	20
RACCOLTA DATI E ANALISI	21
<i>Selezione degli studi</i>	21
<i>Caratteristiche ed estrazione dati</i>	22
<i>Valutazione della qualità metodologica e rilevanza clinica</i>	22
<i>Sintesi dei risultati</i>	22

RISULTATI (OBIETTIVO 1)	23
RIPRODUCIBILITÀ INTER-ESAMINATORE	32
<i>Test descritti da più di uno studio che non hanno mostrato risultati concordanti</i>	32
<i>Test descritti da più di uno studio che hanno mostrato accordo tra i risultati</i>	33
<i>Test descritti da un singolo studio</i>	33
<i>Test descritti da un singolo studio ma con risultati inconsistenti</i>	33
RIPRODUCIBILITÀ INTRA-ESAMINATORE	38
VALIDITÀ	40
RISULTATI (OBIETTIVO 2)	44
LA SELEZIONE DEGLI STUDI	44
PRESENTAZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI STUDI SPERIMENTALI	47
ANALISI DELLA VALIDITÀ INTERNA DEGLI STUDI INCLUSI	54
DISCUSSIONI (OBIETTIVO 1)	57
CONSISTENZA CON ALTRI STUDI	61
DISCUSSIONI (OBIETTIVO 2)	62
CONCLUSIONI	65
IMPLICAZIONI PER LA PRATICA CLINICA	65
LIMITI DELLA REVISIONE	66
PUNTI DI FORZA	66
IMPLICAZIONI PER LA RICERCA	67
CONFLITTI D'INTERESSI	67
ALLEGATI	68
ALLEGATO 1: MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI TEST DIAGNOSTICI INCLUSI	68
ALLEGATO 2: ESERCIZI DI CONTROLLO MOTORIO	74
BIBLIOGRAFIA	80

ABSTRACT

Background: Il mal di schiena rientra tra i problemi di salute con più ampia diffusione; si stima che la maggior parte della popolazione si trovi almeno una volta nella vita a sperimentarlo. Nell'85% dei casi è considerato aspecifico (NSLBP) poiché non è possibile identificarne una causa precisa. La ricerca scientifica si sta muovendo verso l'individuazione di sottocategorie all'interno di questa popolazione per codificare strategie di trattamento mirate; a tale scopo si è reso necessario lo sviluppo di test idonei per la loro identificazione. Tra i vari tentativi di classificazione, il sottogruppo di pazienti con alterazione del controllo motorio del tratto lombo-pelvico, è con molta probabilità quello maggiormente studiato.

Objectives: Obiettivo 1: Raccogliere e riassumere i risultati di studi primari che hanno indagato la validità e la riproducibilità di test clinici atti ad identificare pazienti con Motor Control Impairment (MCI) tra soggetti con LBP aspecifico (NSLBP). Obiettivo 2: Raccogliere e riassumere i risultati di studi primari che hanno valutato l'efficacia degli esercizi di controllo motorio (MCE) su di una popolazione con NSLBP e MCI associato, individuato con test descritti in letteratura.

Data sources: Obiettivo 1: Database consultati: MEDLINE, Cochrane Library e MedNar. Termini chiave principali utilizzati: Low Back Pain, Motor Control Impairment e sinonimi. Ultima ricerca effettuata nel mese di aprile 2017. Sono stati cercati anche eventuali studi rilevanti nelle bibliografie degli articoli trovati e nelle revisioni che trattano l'argomento. Obiettivo 2: Database consultati: MEDLINE, PubMed, Cochrane Library, PEDro. Principali termini chiave utilizzati: Low Back Pain, Motor Control Exercise, Lumbar stabilization exercise e sinonimi. La revisione è aggiornata ad aprile 2017.

Study selection: Obiettivo 1: Studi diagnostici primari in inglese o italiano (con disponibilità del full text), che abbiano indagato la validità e la riproducibilità di test per il controllo motorio del tratto lombo-pelvico, economicamente accessibili e applicabili in un setting clinico consueto su soggetti con NSLBP con età > 18 anni.

Obiettivo 2: Randomized Control Trial (RCT) redatti in lingua inglese e disponibili in full-text, che abbiano indagato l'efficacia di esercizi di controllo motorio (MCE) in una popolazione selezionata di pazienti attraverso test per alterazione del controllo motorio (MCI), con un quadro di NSLBP, senza precisazione sulla stadiazione temporale.

Data extraction:

Obiettivo 1: Processo di estrazione dei dati in tabelle sinottiche effettuato da un singolo autore, che si è avvalso dell'intervento di un revisore terzo in caso di dubbi sulla pertinenza degli studi.

Obiettivo 2: Processo di estrazione dei dati in tabelle sinottiche ed analisi del rischio di bias degli outcome effettuati da un singolo autore, che si è avvalso dell'intervento di un revisore terzo in caso di dubbi sulla pertinenza degli studi o nell'assegnazione dei giudizi.

Data synthesis: Obiettivo 1: Sono stati inclusi 15 studi primari di cui 13 hanno indagato la riproducibilità inter-esaminatore, 2 la intra-esaminatore e 5 la validità, per un totale di 43 test/movimenti aberranti e 5 batterie. La riproducibilità si è rivelata da povera ad eccellente per la riproducibilità inter-operatore e da moderata a eccellente per l'intra-operatore.

Obiettivo 2: Sono stati selezionati 4 RCT che hanno indagato: MCE VS stretching (1 studio), MCE VS esercizi generici (1 studio), MCE VS terapia manuale (1 studio), terapia manuale + MCE VS Terapia manuale + esercizi generici (1 studio). Le conclusioni tratte da 3 dei 4 studi, sono soggette a diverse fonti di rischio di bias. Gli MCE non sono risultati superiori agli esercizi generici su di una popolazione selezionata; una maggiore efficacia è stata riscontrata rispetto agli esercizi di stretching.

Conclusions: Le future ricerche dovrebbero rivolgersi alla definizione di sottogruppi di pazienti con NSLBP; tra le varie ipotesi, il sottogruppo con MCI associato sembra avere buone basi di riproducibilità nella somministrazione dei test descritti; emerge però un lack of evidence riguardo alla validità di tali procedure, che può avere inficiato sia la stima dell'efficacia degli studi che hanno indagato l'esercizio di correzione dell'alterazione di controllo motorio che la spinta propulsiva dei vari autori a costruire studi utili a rispondere al quesito della nostra revisione. Allo stato attuale dell'arte, non è quindi possibile trarre conclusioni circa i benefici della somministrazione degli esercizi di controllo motorio ad una popolazione target.

INTRODUZIONE

BACKGROUND

Il Low Back Pain (LBP) è, oggi, uno tra i più frequenti problemi di salute e socio-economici a causare assenteismo dal lavoro e disabilità, obbligando pazienti, istituzioni e compagnie assicurative a sostenere spese elevate [1, 2]: è diventata, infatti, una delle diagnosi più costose del mondo occidentale e, insieme alle malattie mentali, è la causa più comune di disabilità [3]. E' stato stimato che circa l'80% degli individui tra i 30 e i 50 anni abbia sofferto o possa essere colpito almeno una volta nella vita da LBP. [4-6]. Il Low Back Pain è definito topograficamente come un dolore nella parte bassa della colonna, tra la dodicesima vertebra toracica (T12) e la prima sacrale (S1), con possibile proiezione all'arto inferiore. [7] Per essere classificato come tale, il dolore deve caratterizzarsi come "abbastanza forte da limitare le normali attività o cambiare la routine quotidiana per più di un giorno" [8]. Dal punto di vista della stadiazione temporale viene identificato come acuto un episodio insorto da non più di 6 settimane, sub acuto tra 6 e 12 settimane, oltre i 3 mesi si definisce cronico [9, 10]. All'interno di questa classificazione, è possibile individuare un'altra sottocategoria di pazienti che lamentano ricorrenti episodi di LBP intervallati da periodi di riposo dal dolore entro le 12 settimane dall'insorgenza [8]. Tra i fattori di rischio per sviluppare LBP, fumo e obesità hanno dimostrato un'associazione rilevante [11, 12]: sui fumatori e obesi grava una probabilità di 1,5 volte maggiore di sviluppare LBP rispetto alle persone non fumatrici e normopeso. Stile di vita sedentario, bassa capacità aerobica [13] e fattori psicologici legati al disagio personale o professionale [14], sono stati indicati come altamente connessi a tale problematica. Generalmente i pazienti con LBP migliorano nelle prime 6 settimane dall'episodio acuto [15], ma approssimativamente il 70% dei pazienti mostra una recidiva nell'anno successivo [16, 17] mentre il 40% sviluppa LBP cronico [18].

DESCRIZIONE DELLA CONDIZIONE

Solamente nel 10-15% dei pazienti con LBP è possibile individuare il fattore scatenante (compressioni radicolari, fratture vertebrali, tumori, infezioni, malattie infiammatorie, spondilolistesi e stenosi vertebrali o instabilità proclamata) [19], nel restante 85-90% la

fonte del dolore è difficilmente riconoscibile; in questi casi viene generalmente utilizzato il termine Non-specific Low Back Pain (NSLBP) [20-23]. Non essendoci alcun chiaro meccanismo lesivo identificabile come fonte del disturbo, risulta prioritario individuare all'interno di tale popolazione alcune sottocategorie per le quali sviluppare interventi mirati: l'eterogeneità dei campioni di studio sembra infatti alla base dei risultati deludenti ottenuti nei trial clinici che hanno indagato la gestione del LBP nel corso degli anni [24].

Ciò nonostante, alcuni autori come Wand e O'Connell [25] hanno criticato i tentativi di sotto-classificare i pazienti con NSLBP, sostenendo che il fallimento dei trial fosse dovuto ad un approccio sbagliato alla condizione da parte dei clinici, in quanto il problema principale sarebbe situato nelle aree di rappresentazione corticale e tutti gli approcci proposti fino ad ora risulterebbero inefficaci a causa di ciò.

Tuttavia è da 15 anni che la ricerca si muove verso l'individuazione di una possibile classificazione dell'enorme varietà di paz inclusi nel NSLBP [26, 27] e della creazione di strumenti clinici utili ad indirizzare il decision making del terapeuta riguardo al trattamento da scegliere, come ad esempio lo sviluppo di "clinical prediction rules".

All'interno degli studi, prevaleva inizialmente un modello biomeccanico che considerava esclusivamente disordini pato-anatomici a discapito del modello bio-psico-sociale. Naturalmente, usando metodi diversi di sotto-classificazione, il risultato non è stato altro che una mancanza di accordo sull'argomento [28].

Tra i vari sistemi proposti, particolare interesse ha suscitato nella comunità scientifica quello di O'Sullivan del 2005 [29], caratterizzato da una marcata impronta di tipo bio-psico-sociale.

Questo modello identifica 3 categorie di impairment associati a LBP (*Figura 1*).

Classification of LBP

(O'Sullivan 2005)

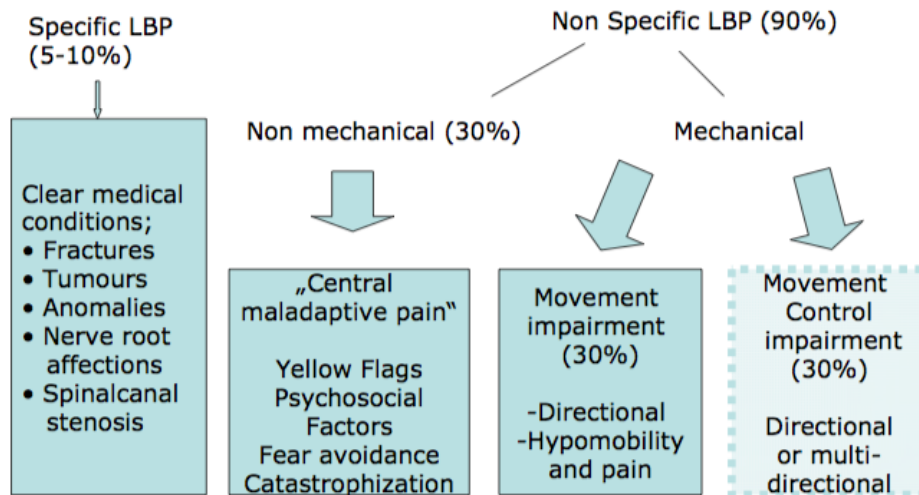


Figura 1 - Classificazione del Low Back Pain secondo O'Sullivan (2005)

1. **Impairment psico-sociale:** pazienti nei quali ansia, paura, depressione, credenze sbagliate, strategie di coping inadeguate rappresentano il meccanismo primario che alimenta la situazione dolorosa. Generalmente rispondono in maniera inconsistente alle tecniche di provocazione meccanica del dolore. Sono pazienti dipendenti dai farmaci analgesici e si rivolgono passivamente a diverse forme di assistenza sanitaria con scarsi benefici.
2. **Impairment di disfunzione di movimento:** pazienti che presentano una perdita dolorosa o alterazione di movimento in una o più direzioni, in associazione ad un'eccessiva attività muscolare di co-contrazione durante il movimento nella direzione dolorosa come meccanismo di protezione. Questo porta ad un aumento della compressione articolare con restrizione del Rom e rigidità. Sono generalmente soggetti consapevoli del proprio dolore per questo sviluppano un comportamento di evitamento di quest'ultimo, in quanto collegano tale sintomo ad un danno tissutale. La paura legata al movimento, l'iper-attenzione rivolta al sintomo e l'ansia associata rinforzano le strategie di coping negative e amplificano la percezione del dolore rinforzando anche la risposta muscolare.
3. **Impairment di disfunzione di controllo motorio di un segmento/regione spinale:** nel corso degli anni sono stati proposti differenti modelli eziopatologici

che concorrono a chiarire gli aspetti centrali di questo tipo di impairment. In particolare, i modelli di Panjabi [30] e Bergmark [31] pongono l'accento sull'importanza di alcuni muscoli nel mantenimento della stabilità della colonna vertebrale; tra questi un ruolo essenziale è riservato al trasverso addominale, al multifido, al pavimento pelvico e al diaframma [31-35]. Studi passati hanno dimostrato, infatti, che i pazienti con LBP possono presentare deficit di controllo e coordinazione proprio a carico di questi ultimi [36-38], ipotesi che viene avvalorata da altre ricerche di stampo istologico che dimostrano come il LBP cronico sia correlato ad una riduzione della sezione trasversa del multifido, ad una sua infiltrazione di adipe (addirittura sembra ci sia coerenza anche con il livello e il lato vertebrale sintomatico) e ad un suo deficit di contrazione volontaria [34, 39-44]. Il sintomo doloroso è probabilmente associato ad una perdita del controllo funzionale attorno alla "zona neutra" del movimento della colonna vertebrale dovuto ad un deficit proprio dei muscoli stabilizzatori. La caratteristica di questi pazienti è che inconsapevolmente adottano posture/movimenti che stressano estremamente i tessuti, per questo si parla di "comportamento di provocazione del dolore". Possono esistere, poi, diversi pattern direzionali di movimento [45]. I pazienti che rientrano nel sottogruppo del MCI lamentano solitamente dolore a seguito di posture prolungate, in assenza di restrizioni del normale movimento. Una possibile chiave di lettura del disturbo potrebbe essere ricercata nei cosiddetti 'cumulative trauma disorders (CTD)', ossia l'eccessiva usura determinata dal sovraccarico che il sistema muscolo-scheletrico subisce a seguito di compiti ripetitivi, sforzi, vibrazioni, compressioni meccaniche, posizioni scomode o sostenute [46, 47].

Ognuno di questi sottogruppi rappresenta circa il 30% del totale dei pazienti con NSLBP.

Nonostante ciò, allo stato attuale dell'arte, non è possibile stabilire con certezza un rapporto di causalità diretta tra NSLBP e MCI [48, 49], tanto che tale possibilità viene messa in dubbio da alcuni autori [50].

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Gli esercizi di controllo motorio si basano sulla teoria secondo la quale la stabilità e il controllo della colonna sono alterati nei pazienti con NSLBP [32].

Spesso, in letteratura, la terminologia che fa riferimento agli MCE è variegata, creando confusione all'interno degli operatori: tra le definizioni maggiormente utilizzate, "esercizi specifici di stabilizzazione" è quella più diffusa e, negli studi ove è presente, solitamente non vengono presi in considerazione i principi del motor learning o l'inserimento delle abilità parametriche e composite riallenate all'interno delle abilità funzionali [51].

Normalmente questi esercizi vengono eseguiti con la supervisione del terapeuta e a volte si utilizzano feedback all'attivazione muscolare come le immagini ad ultrasuoni, biofeedback a pressione e palpazione [51, 52].

Durante l'intervento viene insegnato al paziente come contrarre i muscoli in una maniera specifica [53, 54], con un training iniziale di contrazioni selettive dei muscoli profondi fino al mantenimento di una contrazione isolata durante una respirazione spontanea, correggendo un'eventuale attivazione dei muscoli superficiali. La progressione prevede l'inserimento di questi all'interno di compiti sempre più complessi, partendo da attività statiche, poi dinamiche e, infine, funzionali [53-55].

L'esercizio viene comunemente scelto in pratica clinica come strategia terapeutica atta ad aumentare la capacità di carico dei tessuti innervati da terminazioni nocicettive con un conseguente effetto positivo sul dolore meccanico; inoltre la riduzione della paura nell'eseguire il movimento richiesto e supervisionato dal terapeuta in determinate posizioni fa sì che aumenti il livello di attività nella vita quotidiana e che diminuisca la probabilità di nuovi episodi di LBP [56-59].

L'obiettivo finale è quello di ripristinare il mantenimento della postura corretta, l'armonia dei movimenti e la coordinazione dei muscoli profondi [35], riducendo in tal modo il dolore e i sintomi associati al LBP.

Ulteriori prove a supporto dell'utilizzo degli MCE potrebbero derivare dall'alterazione nella rappresentazione corticale dei segmenti corporei, evidenziata soprattutto nei soggetti con dolore da sensibilizzazione centrale [60]: considerando la stretta

correlazione tra la corteccia motoria primaria e quella somato-sensoriale, è plausibile pensare che un lavoro sulla propriocezione, controllo motorio e sensibilità profonda possa favorire un miglioramento del LBP.

Per quanto il sistema classificativo dei pazienti con NSLBP di O'Sullivan sia largamente diffuso e preso come riferimento all'interno della comunità scientifica, i tentativi di sviluppo di strumenti diagnostici per MCI è ancora oggetto di discussione e di ricerca.

MOTIVO DELLA REVISIONE

Le revisioni più recenti che studiano la gestione di tale condizione risalgono al 2016 e sono entrambe redatte dalla Cochrane Collaboration, ma includono studi i cui articoli sono stati pubblicati entro Aprile 2015 [61, 62].

Sono pubblicate anche revisioni che valutano la sola riproducibilità di test di valutazione dell'alterazione controllo motorio ma indagano esclusivamente l'aspetto della riproducibilità (verranno confrontate nella sezione 'Discussione') [63, 64].

Considerando l'aumentato interesse verso l'argomento, il suo costante impiego in ambito clinico e i conseguenti nuovi studi pubblicati, gli obiettivi della presente revisione sistematica della letteratura sono:

1. Indagare validità e riproducibilità degli strumenti diagnostici a disposizione del terapeuta manuale per identificare una sotto-classificazione di pazienti con MCI;
2. Raccogliere e valutare gli studi primari randomizzati e controllati che analizzano l'efficacia degli esercizi di controllo motorio su di una popolazione selezionata, comparandone l'efficacia con tutti i tipi di intervento oggi utilizzati nella gestione di questa condizione.

MATERIALI E METODI

Per il reporting della revisione sistematica è stata utilizzata la versione italiana del PRISMA Statement, la cui elaborazione è terminata a Giugno 2015 e pubblicata successivamente sulla rivista Evidence [65].

Data la natura “diagnostica” di una parte della revisione, è stata necessaria l’integrazione con una Checklist raccomandata, la COSMIN [66], come descritto all’interno del PRISMA Statement.

PROTOCOLLO E REGISTRAZIONE

Per la seguente revisione non è stato registrato alcun protocollo.

Obiettivo 1

CRITERI DI ELEGGIBILITÀ

Tipologia degli studi

- Studi primari (escludendo reviews, linee guida e letteratura terziaria) che indagano le proprietà psicometriche di strumenti diagnostici;
- Il disegno di studio primario non ha influenzato la decisione d’inclusione nella presente revisione, in quanto l’intento è quello di indagare tutto il materiale presente in letteratura;
- Esclusivamente pubblicati in lingua inglese o italiana;
- Nessuna restrizione sulla data di pubblicazione;
- Fruibilità del full text.

Caratteristiche dei partecipanti

- NSLBP (con o senza dolore all’arto inferiore),
- Età > 18 anni
- Il genere dei soggetti non ha rappresentato un metodo di selezione.

Qualora negli articoli la specificità o non-specificità del mal di schiena non fosse chiara, così come la durata dei sintomi, venivano contattati gli autori. In caso di non risposta, tali studi sono stati esclusi.

I soggetti con LBP specifico, secondo i parametri descritti nella sezione introduttiva, rappresentavano elemento di esclusione dello studio stesso dalla presente revisione.

Test

- Sono stati inclusi solo studi che hanno analizzato la riproducibilità o l'accuratezza diagnostica dell'esame clinico o di test diagnostici nel rilevare un'alterazione del controllo motorio della muscolatura del tronco;
- Sono stati considerati solo strumenti/test di facile utilizzo nella pratica clinica (come biofeedback, metronomo, metro), escludendo costosi esami di laboratorio.

Tutti i test sono stati descritti e accompagnati da immagini nell'*Allegato 1*, mentre i criteri di positività sono elencati nella tabella sulla riproducibilità inter-esaminatore (*Tabella 4*).

Misure di outcome

Le proprietà dei test analizzate sono la validità e la riproducibilità.

Per validità s'intende la capacità di un test di misurare ciò per cui è stato sviluppato. Si divide in validità di "contenuto", di "costrutto" e "di facciata".

E' stata indagata calcolando il grado di correlazione tra variabili, ossia l'appartenenza ad un gruppo (quindi presenza o meno di alterazione del controllo motorio) e la positività/negatività ai test proposti: la significatività statistica è stata fissata a $p < 0,05$.

La riproducibilità, invece, è la capacità di un test di offrire sempre lo stesso risultato nel corso di misurazioni ripetute, in una situazione che non cambia. Anche questa si può distinguere in inter-operatore, intra-operatore e test-retest.

Il k di Cohen è l'indice più utilizzato per rappresentare quantitativamente questo valore:

sebbene non esistano dei criteri universali per la sua interpretazione, Landis e Koch [67] suggeriscono la seguente:

- $k = 0,00-0,20$ povero/pessimo
- $k = 0,20-0,40$ giusto/modesto
- $k = 0,40-0,60$ moderato
- $k = 0,60-0,80$ sostanziale/buono
- $k = 0,80-1,00$ eccellente/ottimo.

Un altro indice utilizzato è l'Interclass Correlation Coefficient (ICC), considerato eccellente se $>0,90$, buono se $>0,75$, scarso se $< 0,75$ [68].

FONTI DELLE INFORMAZIONI E STRATEGIE DI RICERCA

Gli studi sono stati identificati attraverso una ricerca sui database più rilevanti per la domanda clinica:

- MEDLINE (attraverso la piattaforma PubMed)
- Cochrane Library

L'ultima ricerca è stata effettuata in data 07 Aprile 2017.

Sono stati cercati ulteriori studi rilevanti nella bibliografia degli articoli già raccolti e nelle revisioni che trattavano l'argomento.

E' stata effettuata una ricerca anche della cosiddetta "*grey or unpublished literature*" sul database MedNar.

Le strategie di ricerca utilizzate nei database elettronici sono riportate nella tabella seguente (Tabella 1):

Database	Stringa/Strategia di ricerca utilizzata
MEDLINE - Clinical queries	Low Back Pain AND motor control
	((Impairment AND (motor control OR movement OR movement control OR movement coordination OR movement system OR muscle control OR trunk motor control)) OR (Dysfunction AND (movement control OR movement OR stability)) OR (deficit AND (movement precision OR trunk muscle timing OR trunk movement control)) OR MCI OR altered sensory function OR segmental instability) AND (Low Back Pain OR LBP OR non-specific low back pain OR NSLBP)
Cochrane Library – Ricerca Semplice	Low Back Pain AND motor control
MedNar – Ricerca semplice	Low back pain AND motor control

Tabella 1 - Strategie di ricerca

Attraverso PubMed è stata utilizzata la funzione “Clinical Queries” nella categoria “diagnosis” con lo scopo di effettuare una ricerca più sensibile possibile (“broad”) sul Database MEDLINE.

Prima sono stati inseriti solo i termini chiave relativi al quadro clinico dei pazienti inclusi nello studio combinati attraverso l’operatore booleano “AND”. Successivamente, il database è stato interrogato anche attraverso una stringa comprendente i sinonimi di tali termini, raccolti attraverso una prima ricerca di background della letteratura.

Sul Database Cochrane è stata avviata una ricerca semplice contenente gli stessi termini della prima stringa utilizzata in PubMed.

Su MedNar è stata utilizzata la stessa stringa. Successivamente è stato selezionato il topic “Low Back Pain” nella colonna di sinistra.

Grazie alla funzione “Automatically discard duplicates” di EndNote, gli studi ottenuti dalle diverse stringhe sono stati raccolti con un’immediata eliminazione dei duplicati.

In questa fase di ricerca, il termine Low Back Pain è stato indagato senza l’aggiunta di altri termini (es. criteri temporali, specificità o non-specificità) poiché l’intento è stato quello di sviluppare un primo step di ricerca quanto più sensibile possibile.

RACCOLTA DATI E ANALISI

Selezione degli studi

Gli studi ottenuti sono stati inizialmente riportati nel programma Endnote X7 per MacBook e sono stati esclusi i report doppi.

Il primo screening è stato portato a termine in maniera indipendente da uno studente revisore tramite la lettura del titolo e, successivamente, dell'abstract di tutti gli studi raccolti.

In seguito è stato richiesto il full text degli articoli risultanti facendo domanda al servizio bibliotecario dell'Università di Genova. E' stata quindi indagata la soddisfazione dei criteri d'inclusione attraverso la lettura dell'intero articolo: eventuali dubbi sono stati superati con l'intervento del secondo revisore (vedi *Tabella 2*).

Da quest'ultima selezione si è ottenuto il corpo di articoli finali sottoposti.

I passaggi della selezione sono riportati in un diagramma di flusso nella sezione 'risultati' (*Figura 2*).

Selezione degli articoli	Soddisfazione dei criteri		
	SÌ	NON CHIARO	NO
Fase 1: Il titolo risponde alla domanda clinica? O contiene termini chiave utili per rispondere ad essa?	Lettura dell'abstract	Lettura dell'abstract	Esclusione dello studio
Fase 2: Dalla lettura dell'abstract lo studio appare adeguato a rispondere alla domanda clinica?	Richiesta al servizio bibliotecario e lettura del full text	Richiesta al servizio bibliotecario e lettura del full text	Esclusione dello studio
Fase 3: Dalla lettura del full-text lo studio risponde alla domanda clinica?	Inclusione dello studio	Intervento di un revisore indipendente per inclusione o esclusione dello studio	Esclusione dello studio

Tabella 2 - Processo di selezione

Estrazione dei dati, analisi e sintesi dei risultati

Dagli studi inclusi il revisore ha estratto i seguenti dati rilevanti in una tabella sinottica: autore ed anno di pubblicazione, obiettivi dello studio, caratteristiche dei partecipanti (numero, sesso, età, condizione), caratteristiche degli esaminatori, caratteristiche del test/esame diagnostico e della procedura seguita, outcome considerati e risultati principali.

Eventuali discrepanze sono state risolte con l'aiuto del secondo revisore.

Tutte le informazioni sono state riportate nella *Tabella 3*.

Non è stata eseguita metanalisi dei dati raccolti, ma una sintesi narrativa in accordo con i dati riassunti in una tabella sinottica.

Obiettivo 2

CRITERI DI ELEGGIBILITÀ

Tipologia degli studi

- Articoli redatti in lingua inglese;
- Randomized Controlled Trial (RCT);
- Lavori scientifici disponibili in full text;

Caratteristiche dei partecipanti

Criteri d'inclusione

Studi che includono una popolazione:

- con NSLBP con o senza precisazione sulla stadiazione temporale come quadro patologico;
- Selezionata attraverso l'utilizzo di test per alterazione del controllo motorio descritti in letteratura scientifica volti a valutare gli indicatori clinici oggettivi di alterazione del controllo motorio (studio delphy, 3 rounds; 168 OMT):
 - presenza di movimenti aberranti
 - Scarso controllo lombo-pelvico;

- Scarsa coordinazione/controllo neuromuscolare (es. scosse muscolari durante il movimento);
- Diminuzione di forza e di resistenza della muscolatura locale a livello del segmento che individuo come 'instabile' ossia difficile da controllare;
- Dolore alle posizioni/posture mantenute.

Criteri di esclusione

Studi che includono una popolazione con:

- Low Back Pain specifico (compressioni radicolari di origine lombare, fratture vertebrali, traumi gravi, tumori, patologie di natura infiammatoria, spondilolistesi e stenosi vertebrali, instabilità conclamata, sintomi agli arti inferiori)
- Donne in stato di gravidanza;
- Pelvic Girdle Pain o Post/Peri Partum Pelvic Pain;
- Interventi chirurgici pregressi al rachide lombare.

Tipologie di Intervento

Sono stati inclusi studi che hanno indagato l'efficacia dei Motor Control Exercise - MCE su una popolazione selezionata di pazienti affetti da LBP aspecifico, descritti anche come esercizi di controllo motorio, esercizi specifici di stabilizzazione lombare o training specifico con il fine di attivare o ripristinare la coordinazione della muscolatura profonda del tronco come multifido profondo e trasverso addominale. Non tutti gli studi prendono in considerazione i principi del motor learning, soprattutto quegli studi dove il trattamento viene focalizzato su esercizi specifici di stabilizzazione come la core stability, che rientrano comunque tra i MCE.

Tipologie di controllo

Sono stati considerati studi che comparavano Motor Control Exercises versus:

- qualsiasi tipologia di trattamento.

Misure di Outcome

Intensità del dolore, disabilità e qualità della vita sono stati considerati gli outcome principali.

FONTI DELLE INFORMAZIONI E STRATEGIA DI RICERCA

La presente revisione è aggiornata ad Aprile 2017, nel quale sono state consultate le seguenti banche dati informatiche:

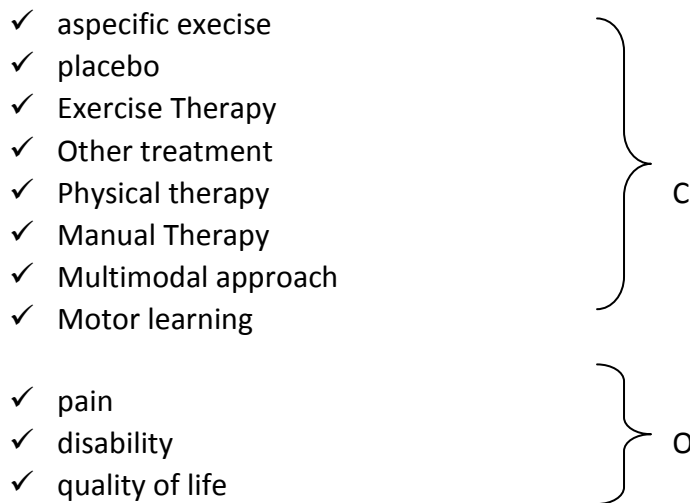
- MEDLINE
- PubMed EBSCO
- PeDro
- COCHRANE LIBRARY (Central Register of Controlled Trials)

Il reclutamento degli articoli nelle banche dati on-line è stata condotta utilizzando le seguenti parole chiave in lingua inglese.

Key words:

- ✓ Low Back pain (Mesh)
 - ✓ Low Back pain
 - ✓ Back pain
 - ✓ Low back ache
 - ✓ Non specific low back pain
 - ✓ Chronic low back pain
 - ✓ Acute Low Back Pain
 - ✓ Chronic non specific low back pain
 - ✓ Motor control impairment
 - ✓ Motor control
 - ✓ movement system impairment(MSI)
 - ✓ movement dysfunction
 - ✓ Aberrant movement pattern
- 
- P

- ✓ Motor control exercises (Mesh)
 - ✓ Motor control exercises
 - ✓ Stabilizing exercise
 - ✓ Stabilization exercise
 - ✓ Anticipatory postural adjustment
 - ✓ Lumbar stabilization exercise
 - ✓ Core stability exercise
 - ✓ Core stability
 - ✓ Core exercise program
- 
- I



L'interrogazione nel data base Pubmed è stata effettuata combinando le parole chiave con gli operatori booleani "AND", "NOT" e "OR" come riportato nella stringa di ricerca sottostante.

"low back pain"[MeSH Terms] OR "low back pain" OR "back pain" OR "low back ache" OR "non specific low back pain" OR "Chronic low back pain" OR "acute low back pain" OR "Chronic non specific low back pain" OR "motor control impairment" OR "motor control" OR "movement system impairment" OR "movement dysfunction" OR "aberrant movement pattern*" AND (motor control exercises [MeSH Terms] OR "motor control exercises" OR "stabilizing exercises" OR "stabilization exercise" OR "anticipatory postural adjustment" OR "lumbar stabilization exercise" OR "core stability exercises" OR "core stability" OR "core exercise program*") AND (aspecific exercise* OR placebo OR exercise therapy OR other treatment OR physical therapy OR manual therapy OR multimodal approach OR motor learning approach) AND (pain OR disability OR quality of life)

Per i database Pedro e Cochrane è stata utilizzata la funzione di ricerca semplice utilizzando le seguenti parole chiave:

- ✓ Motor Control Exercise
- ✓ Low Back Pain

RACCOLTA DATI E ANALISI

Selezione degli studi

Gli studi sono stati selezionati inizialmente da un singolo revisore. In una prima fase è stata eseguita una selezione preliminare per escludere i duplicati, articoli chiaramente irrilevanti sulla base del titolo/abstract. In seconda battuta, sono stati reperiti i full text

degli studi che hanno superato il primo screening. Per valutare gli articoli di dubbia pertinenza, è stato richiesto l'intervento di un secondo revisore.

Caratteristiche ed estrazione dati

I dati forniti dagli studi inclusi nella ricerca sono stati estratti attraverso una forma standardizzata e riportati in tabelle sinottiche includendo le seguenti caratteristiche: Autore e anno, obiettivo, caratteristiche dei partecipanti, test utilizzati, descrizione e durata dell'intervento sperimentale, outcome, risultati e follow - up, conclusioni.

Valutazione della qualità metodologica e rilevanza clinica

Tutti gli studi inclusi sono stati valutati al fine di identificare possibili fonti di rischio di bias, in linea con il criterio metodologico raccomandato dal gruppo di revisione della Cochrane; come riportato nel capitolo 8 del user's manual "Cochrane Handbook for Systematic Review of Interventions" (Higgins 2011), i domini valutati sono stati:

- Sequence generation (modalità di generazione della randomizzazione);
- Allocation concealment (modalità di assegnazione dei soggetti ai vari gruppi);
- Blinding (cecità);
- Incomplete outcome data (dati degli outcome incompleti);
- Selective reporting (errori nel report dei dati);
- Other issues (altri bias).

Per la rappresentazione della valutazione del rischio di bias degli studi inclusi è stata predisposta una tabella secondo le modalità suggerite dalla Cochrane Collaboration.

Sintesi dei risultati

Non è stata eseguita metanalisi dei dati raccolti, ma una sintesi narrativa in accordo con i dati riassunti in una tabella sinottica, al netto dell'analisi del risk of bias.

RISULTATI (Obiettivo 1)

La ricerca sui database ha individuato 1043 articoli, mentre altri 8 sono stati identificati nelle bibliografie degli studi rilevanti, per un totale di 1051 articoli. Sono stati eliminati 162 articoli perché duplicati risultati in più di un database, ottenendo come risultato parziale 889 articoli di base. La lettura del titolo ne ha scartati 285, mentre quella dell'abstract altri 521. Infine, solo 15 sono stati inclusi nella revisione con l'utilizzo dei criteri di eleggibilità e la lettura del full-text. 68 studi sono quelli esclusi da questo ultimo passaggio per quesito non pertinente allo studio. I passaggi effettuati per la selezione degli articoli sono schematizzati nel flow-diagram sottostante (*Figura 2*)

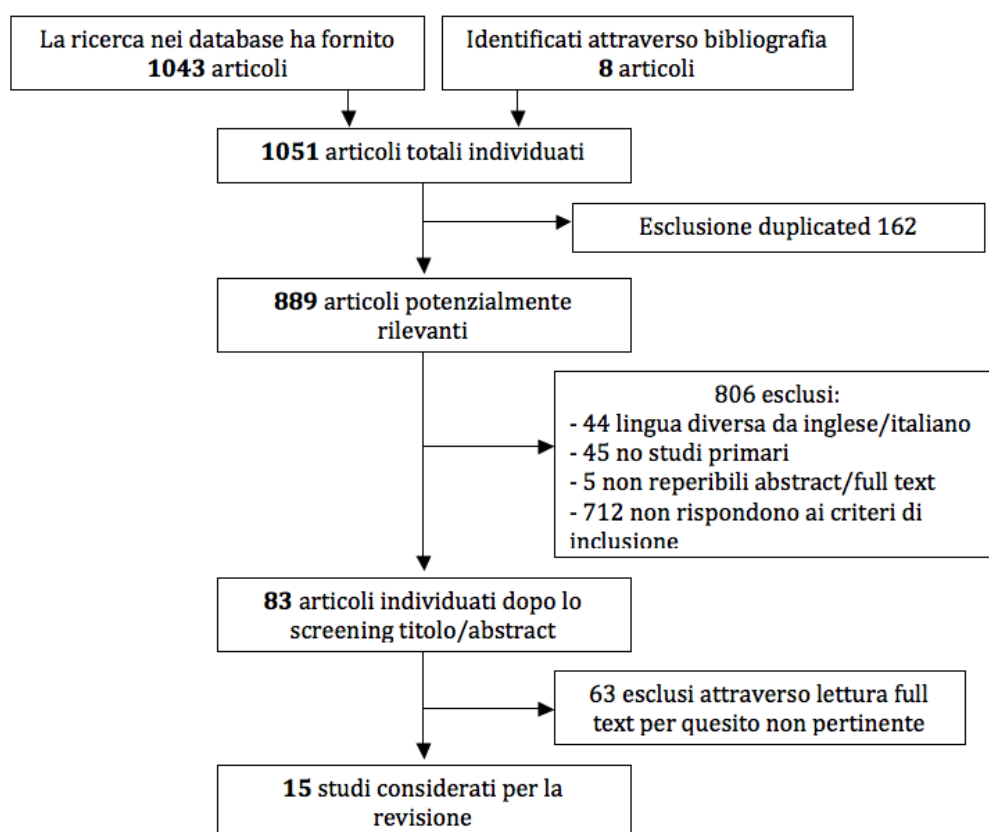


Figura 2 - Flow chart

Su 15 studi inclusi, 13 hanno indagato la riproducibilità inter-esaminatore (25 test/movimenti di screening + 3 batterie di test per il controllo motorio) [69-81]; 2 quella intra-esaminatore (9 test) [71, 81], mentre solo 5 studi hanno analizzato la validità (9 test/movimenti + 2 batterie) [79, 81-83].

Complessivamente, i test hanno mostrato una riproducibilità molto variabile, ossia da

povera a eccellente (*k value* tra -0,09 e 1,00) per l'inter-, e da moderata a eccellente per l'intra-operatore (*k value* da 0,51 a 0,95). Anche l'ICC è variato da 0,30 a 0,95, indicando un range da povero a ottimo (*Tabella 3*).

Studio	Obiettivo	Partecipanti	Esaminatori	Metodi/Test	Outcome	Risultati
Hicks et al., 2003 [69]	Indagare la riproducibilità inter-es di test clinici diagnostici per valutare paz con sospetta LSI.	N=63 (38 D, 25 U) con LBP Età media±SD: 36,0±10,3. Da uno studio sul LBP e da una clinica di fisioterapia.	4 ft che clinicamente usano questi studi nella pratica clinica: 1 ft con 3 aa exp come chiropratico e 2 aa exp come terapeuta ortopedico. 2 ft con 6 e 4 aa exp in ambito ortopedico. 1 ft ortopedico con 8 aa exp. Pre-studio: group review sulle procedure + 1 h di prove pratiche.	L'es 1 esegue l'intera valutazione → almeno 15 min → l'es 2, in "cieco", esegue la stessa valutazione. La valutazione clinica prevede: - Osservazione dei movimenti aberranti durante movimenti attivi lombari. - 2 test speciali per LSI - Beighton Ligamentous Laxity Scale (LLS) - Valutazione dei movimenti passivo intervertebrali da prono.	_ k coefficient e _ % di accordo per i test con valori ordinali. _ k weighted per i test passivi. _ ICC (model 1,1) per la riproducibilità inter-esaminatore del Beighton LLS.	k= range 0,00-0,69. % di accordo: 74-98%
Murphy et al., 2006 [70]	Indagare l'riproducibilità del test per il controllo motorio di estensione di anca	N= 42 (31 D) con LBP > 7 sett. Età media 37,8 (range 19-60). Da spine center.	2 chiropratici: - 1 con 13 aa exp; - 1 con <1 aa exp. 1 ora di allenam pre-studio.	1 test: - Hip extension test per ogni anca. Max 3 rip. Gli osservatori valutano il paz allo stesso momento e sono "ciechi" alla valutazione del collega.	_ Test +/- _ k coefficient per riproducibilità inter-operatore	k= 0,72 (L) - 0,76 (R)
Luomajoki et al., 2007 [71]	Determinare riproducibilità inter e intra-operatore di 10 test per MCI per il tratto lombare, e indagare se l'esperienza dell'operatore abbia un'influenza sull'riproducibilità	N= 40 (26 D, 14 U). 13 LBP + 27 sani. Età media (SD): 52,1 (5,5). Da studio privato di ft	4 ft: 2 ft specialisti in MCI, 25 aa exp, OMT; 2 ft con 5 aa exp → solo per questi corso di 3 gg su disfunzioni di controllo motorio prima dello studio.	10 MCI test: - Waiter's bow - Pelvic tilt - One leg stance R - One leg stance L - Sitting knee extension - Rocking backwards - Rocking forwards - Dorsal tilt of pelvis - Prone active knee-flexion - Crook lying Valutatori "ciechi" alla diagnosi dei paz	_ Test + / - _ k coefficient per riproducibilità inter- e intra-operatore _ Percentuale di accordo, CI (95%)	Inter-operatore: k= 0,38-0,72 Intra-operatore: k=0,51-0,95

				e alla valutazione dei colleghi. I paz sono stati registrati (in modo anonimo) e i video visualizzati da ogni esaminatore. Riesaminati dopo 2 settimane.		
Roussel et al., 2007 [72]	Indagare l'riproducibilità test-retest e la consistenza interna di 2 test; e l'riproducibilità inter-es dell'osservazione del pattern respiratorio durante l'ASLR	N= 36 (21 D) con CNSLBP. Età media: 37,4±11,6 (range 21-62) Da una clinica privata e 2 ambulatori ospedalieri di fisioterapia.	2 ft: 1 con titolo master e 1 OMT con 4 aa di exp clinica. Formazione di 2hx2 da parte di un esperto + valutazione di 10 paz pre-studio.	- Trendelenburg - ASLR - ASLR con valutazione del pattern respiratorio sia durante il test che a riposo. Paz valutato da es 1 → 10' riposo in cui al soggetto viene chiesto di compilare questionari → valutato da es 2. Test applicati in modo random. Es "ciechi" alla valutaz dell'altro es e alla storia medica del paz.	_ Test +/- _ k per riproducibilità inter-operatore - Cronbach α per la consistenza interna _ Coefficiente di correlazione di Spearman per la correlazione tra test (significatività .05)	k= 0,70 a 0,83 per Trendelenburg e ASLR. Pattern respiratorio durante ASLR: inter-operatore k= 0,39(R) – 0,47(L).
Sedaghat et al., 2007 [73]	Indagare la riproducibilità inter-es di un sistema di classificazione per paz con LBP	N= 34 (15 D). Età media (SD): 42,7 (13,6). Con LBP attuale: 68%. Da cliniche mediche o private di fisioterapia.	5 ft, con exp clinica da 4 a 20 aa. Tutti con exp nella valutazione e trattamento del LBP.	Sistema di grading che prevede un punteggio 0-5 all'abilità del paz di mantenere la contrazione di TrA, ML, pavimento pelvico durante posizioni/movimenti funzionali: - Crook lying position - Standing during arm flexion - Standing repeat arm flexion - Left trunk rotation and flexion Valutatori "ciechi" alla diagnosi dei paz e alla valutazione dei colleghi. Gli es hanno valutato i paz individualmente.	_ punteggio 0-5 alle abilità del paz _ k value pesato e ICC inter-operatore per l'riproducibilità - SEM (Standard Error of measurement) per il grado di accordo. _ k non pesato per l'accordo inter-es per ogni grado. _ Analisi ANOVA	k <i>pesata</i> : range -0,01 a 0,56. Media k= 0,29. ICC (2,1) inter-operatore =0,30. SEM= 1,6 unità. ANOVA= nessun effetto dell'ordine di test/es: p=0,64-0,95.

					per verificare un effetto dato dall'ordine dei test o degli es.	
Luomajoki et al., 2008 [82]	Determinare se c'è differenza nella positività di 6 test per MCI tra paz con LBP e paz sani. Inoltre, se c'è differenza in base alla durata del LBP.	N=210 (130 D, 80 U) 102 sani, 108 LBP: 29 < 6 sett, 30 6-12 sett, 46 >12 sett. Da 5 cliniche di fisioterapia.	12 ft con 7 aa exp lavorativa in media. Tutti con specializzazione in TM di 2, 5 aa che include un corso di 3 gg sul MCI. Corso pre-studio con discussione, casi clinici e analisi di video.	<u>Batteria di 6 test:</u> - Waiters bow - Pelvic tilt - One leg stance - Sitting knee extension - Rocking 4 point kneeling - Prone knee bend. Tutti i paz hanno eseguito i test nello stesso ordine. Ft non "ciechi" al gruppo di appartenenza del paz., hanno valutato tutti i soggetti in ciascun test.	_ Test +/- _ N° di test + su 6. _ Effect size _ p value	Effect size between-group: 1,18 (1,02-1,34), p<0,001.
Roussel et al., 2009 [74]	Determinare l'riproducibilità inter-es e la consistenza interna di 4 test clinici che esaminano il controllo motorio in pazienti con e senza LBP	N=52 25 sani, 27 con LBP (> 3 mesi).	2 es: osservazione es 1 → 10 min riposo → osservazione es 2. 3 x 1h allenamento sull'esecuzione dei test, sotto supervisione di 2 terapisti manuali.	Valutazione MCI con PBU attraverso i test: - Active Straight Leg Raising - Bent Knee Fall Out - Knee Lift Abdominal test - Standing bow. Es "ciechi" alla storia clinica dei paz.	_ ICC _ k coefficient _ Chronbach α per la consistenza interna	ICC= 0,41-0,91 k= 0,78 (sani) e 0,80 (LBP) Chronbach α= 0,83 (LBP) e 0,65 (sani).
Tidstrand and Horneij, 2009 [75]	Determinare l'riproducibilità inter-esaminatore di 3 test che valutano la coordinazione muscolare del tratto lombare in paz con LBP	N=19 (9 D, 10 U) 13 con LBP. Età media 42 aa ± 12. Da una clinica privata di fisioterapia	2 ft, terapisti manuali e metodo McKenzie. Più di 5 aa di exp nel trattamento di paz con instabilità lombare. Prova pre-studio su 10 paz.	I 2 es hanno valutato individualmente i paz, ma nello stesso tempo, nei seguenti test: - Single limb stance - Sitting on Bobath ball with one leg lifted - Unilateral pelvic lift Ogni posizione mantenuta 20 secondi. Ogni test eseguito 3 volte per ogni lato. Test applicati nello stesso ordine per tutti i paz.	_ Test +/- _ k di Cohen per riproducibilità inter-es _ % di accordo	k range= 0,47-1,00 k media = 0,77.

Es "ciechi" alla storia medica del paz.						
Rilevata la VAS prima e dopo ogni test: VAS > 7/10 come criterio di esclusione						
Enoch et al., 2011 [76]	Determinare la riproducibilità inter- esaminatore di test per MCI su pazienti con e senza LBP	N=40 (26 D, 14U). 25 LBP + 15 sani. Età 20-82. Da 3 cliniche private di ft.	2 es, con 20 aa exp clinica, docenti alla Danish Manual Therapy Society. Provato i test pre-studio su 10 paz con LBP.	Ogni paz è stato valutato da ogni operatore in stanze separate. 5 test per MCI: - Joint position sense - Sitting forward lean - Sitting knee extension - Bent knee fall out - Lew lowering	_ Media + SD _ MDC _ ICC tipo 2.1 _ Limite di accordo di Bland e Altman	ICC= 0.90-0.98 Media ICC= 0.95
Max 10 rip per ogni test						
Rabin et al., 2013 [77]	Valutare riproducibilità inter- es di CPR per predirre possibilità di successo degli esercizi di stabilizzazione lombare (LSE). Indagare la riproducibilità inter- es di ulteriori test che possono identificare LSI o suggerire la necessità di LSE.	N= 30 (15 D, 15 U) LBP da 164,4±321,8 gg. Età media: 33,5±8,0. Da una delle 4 cliniche di fisioterapia.	4 ft con aa exp da 13 a 25: 1 con master + dottorato, gli altri con specializzazione in fisioterapia. 2x 3h di prove pre-studio + manuale.	Valutazione: - Mov aberranti - SLR passivo e attivo - AHAbd - Passive Lumbar Extension test (PLET) - Lumbar extension load test (LELT) - Prone instability test (PIT) - CPR Tutti i mov attivi sono stati osservati simultaneamente dai due es, "ciechi" rispetto alla valutaz del collega. Altri test: eseguiti dall'es 1 → 5 min riposo → es 2.	_ Test +/- _ Punteggio 0-5 nell'ASLR _ Punteggio 0-3 per AHAbd _ <i>k coefficient</i> _ % accordo	CPR k= 0,86. Mov aberranti k= 0,64 ASLR k= 0,53 AHAbd k= -0,09 % accordo: 60-93%.
Roussel et al., 2013 [83]	Nei ballerini, confrontare il controllo motorio, l'elasticità muscolare e il dolore SI tra paz con LBP e non LBP.	N= 40 (38 D, 2 U) Età 17-26. Media 20,3 (SD 2,4). 16 paz con LBP (almeno 2 gg consecutivi nell'ultimo anno).		4 test: - KLAT - BKFO left - BKFO right - Osservazione e palpazione della contrazione del TrA.	_ mmHg del biofeedback _ p value	P=0,048 KLAT P=0,049 BKFO 63% dei paz con LBP non contrae il TrA correttamente.

Dal dipartimento di ballo del conservatorio.						
Biely et al., 2014 [78]	Indagare la riproducibilità inter-es dell'osservazione dei movimenti aberranti e loro validità nel distinguere paz con/senza/storia di LBP.	N= 102 (48-57 % D) Età media: 41,1-44,4 35 no LBP, 31 LBP attuale, 36 storia di LBP. Da 2 cliniche ambulatoriali di fisioterapia.	5 ft con exp da 5 a 25 aa, di cui 2 specializzati in clinica ortopedica. 2 ore di preparazione pre-studio + manuale	2 ft simultaneamente osservano il paz mentre esegue 3 flessioni del tronco e ritorno, e valutano la presenza dei seguenti movimenti aberranti: - Altered lumbo-pelvic rhythm (incluso Gower's sign) - Deviazione dal piano sagittale (DEV) - Instability Catch (JUD) "Ciechi" rispetto alla valutaz del collega. - Registrazione dell'arco doloroso in separata sede per mantenere il "cieco".	_ k value x riproducibilità inter-es _ p value come indice di correlazione per la validità di costruito.	k= 0,35-1,00 Validità di costruito: - LBP VS no LBP: p=0,004 DEV p=0,002 JUD - LBP vs storia LBP: p=0,001 JUD - No LBP VS storia LBP: p=0,001 DEV AMS: p<0,001 per: - LBP - No LBP VS LBP - LBP VS storia LBP p=0,021 per No LBP VS storia LBP
Bruno et al., 2014 [79]	Indagare se, nell'esecuzione dei test: - la percezione dei paz con LBP è diversa dai sani; - la auto-percezione dei paz con LBP è simile a quella dell'es; - calcolare specificità e sensibilità dell'utilizzare la percezione del paz nell'esecuzione del	N=70 (40 D, 30 U) Età media 27,7 aa. 30 con LBP, 40 sani. Da cliniche locali mediche, chiropratiche, fisioterapiche e di massoterapia.	2 chiropratici con 30 aa exp clinica. Pre-studio: 3 incontri per spiegare la classificazione di ciascun test	2 test, eseguiti in maniera random: - Prone hip extension (PHE) - Active straight Leg raise (ASLR) 3-5 rip per ogni test, sia con un AI che con l'altro. Gli esaminatori hanno osservato l'esecuzione del test simultaneamente e poi espresso una valutazione in "cieco" rispetto a quella del collega e alla storia clinica del paz. Una volta usciti dalla stanza, anche il paz "in cieco" rispetto alla valutaz degli es, ha espresso un punteggio su una scala 0-5.	_ Test +/- _ punteggio 0-5 della difficoltà percepita dal paz _ k per riproducibilità inter-es _ Sensibilità e specificità	PHE: k= 0,72 ASLR: k= 0,79 Difficoltà percepita (media (SE)): PHE:1,33(0,11) LBP - 0,38(0,07) sani. ASLR:0,85(0,11) LBP - 0,25(0,05) sani. Correlazione tra gruppo di appartenenza (LBP o sani) e difficoltà percepita:

	test come criterio di positività/negatività del test					p<0,001 sia PHE che ASLR. Paz con LBP avevano una percezione significativamente maggiore rispetto ai sani. PHE: sn: 0,82 - sp: 0,69 ASLR: sn: 0,60 – sp: 0,76. (nel cut-off 0-1). ICC= 0,71-0,79
Ohe et al., 2015 [80]	Quantificare il controllo motorio del tronco durante un movimento attivo dell'AI in paz con diversi tipi di LBP, in base agli stress meccanici dati alla colonna.	N= 60 (33 D, 27). Età 20-58 30 LBP, 30 sani. Dal reparto ambulatoriale dell'ospedale locale.	1 ft che istruisce il paz all'esecuzione del test.	Valutazione del controllo motorio attraverso PBU sotto la zona lombare durante la flex di anca in posizione supina con ginocchia flesse.	_ ICC	
Gondhalekar et al., 2016 [81]	Identificare validità (per diagnosticare MCI) e riproducibilità del test di estensione lombare in stazione eretta.	N= 50 (52% D). Età 32,6-33,5 aa (medie dei gruppi) con NSLBP.	2 ft con master in terapia manuale. Un terzo per la selezione dei paz per lo studio	Tutti i paz sono stati sottoposti a 2 osservaz dell'esecuzione del test, a 24-48 h di distanza, nello stesso momento della giornata, da entrambi gli operatori ma separatamente. Infine, sottoposti a valutazione tramite ultrasuoni come gold-standard. "Ciechi" alla valutaz del collega, ma non al gruppo di appartenenza del paz.	Per riproducibilità: _ % accordo _ <i>k coefficient</i> Per validità: _ Test +/- _ ROC curve e AUC _ Sn e Sp _ LR	Inter-es: k= 0,87, % accordo: 96 Intra-es: k= 0,78 % accordo: 94 AUC 0,785 per ADIM 0,780 per ASLR

Tabella 3 – Riassunto degli studi

Legenda:

ft= fisioterapista, aa= anno/i, gg= giorni, exp= esperienza, MCI= Motor Control Impairments, paz=pazienti/e, es=esaminatori, max= massimo, rip=

ripetizioni, sett= settimane, allenam= allenamento, qual= qualitativa, TrA= Trasverso dell'addome, ML= multifido lombare, valutaz= valutazione, CNSLBP= Chronic non-specific low back pain, LSI= Lumbar segmental Instability, TM= terapia manuale, SI= sacro-iliaco, AMS: aberrant movement score, CPR= Clinical Prediction Rules, LSE= Lumbar Segmental Exercise.

RIPRODUCIBILITÀ INTER-ESAMINATORE

I risultati relativi alla riproducibilità inter-esaminatore sono mostrati nelle *Tabelle 4-5*.

18 tra test e movimenti aberranti sono stati indagati da un solo autore [69, 71, 73, 75-78, 81], dei restanti 10 valutati da più studi, 4 (*waiter's bow*, *Knee lift Abdominal test*, *Prone hip extension*, *Aberrant movement pattern*) hanno mostrato accordo tra i valori di riproducibilità [69-71, 74, 77, 79, 80], mentre per altri 6 (*One leg stance*, *Sitting knee extension*, *Bent knee fall out*, *Active straight leg raising*, *instability catch*, *Reversal of lumbopelvic rhythm*) questo non è successo [69, 71, 72, 74-79].

Test descritti da più di uno studio che non hanno mostrato risultati concordanti

Il *One leg stance* è stato descritto in 3 studi per un totale di 95 partecipanti. Solo Luomajoki et al. [71] hanno individuato una riproducibilità moderata-buona ($k=0,43-0,65$), mentre sia Roussel et al. [72] che Tidstrand e Horneij [75] hanno ottenuto valori buoni-eccellenti (k da 0,75 a 1,00).

Il *Sitting knee extension* è stato analizzato in 2 studi per un totale di 80 soggetti. Ha fornito un k buono nello studio di Luomajoki et al. [71] ($k=0,72$), ed eccellente in quello di Enoch et al. [76] (ICC=0,95).

Il *Bent knee fall out* è stato studiato da 3 autori, su 132 pazienti totali. E' stato individuato come avente una riproducibilità modesta da Luomajoki et al. [71] ($k=0,38$), scarsa-eccellente da Roussel et al. [74] (ICC=0,61-0,91) e Enoch et al. [76] (ICC=0,94).

L'*Active straight leg raising* è stato descritto in 4 studi, su 192 soggetti totali. Roussel et al. nello studio del 2007 [72] e Bruno et al. [79] hanno mostrato una riproducibilità buona ($k=0,70-0,71$ i primi, 0,79 i secondi) e modesta ($k=0,39-0,47$) a seconda del metodo di valutazione utilizzato. Sempre Roussel et al., nello studio del 2009 [74], forniscono valori più variabili, con un ICC da scarso a eccellente (ICC=0,41-0,91). Rabin et al. [77] si assestano su un valore moderato ($k=0,53$).

L'*instability catch* è stato indagato in 2 studi per un totale di 165 partecipanti. Hicks et al. [69] presentano un valore modesto di riproducibilità ($k=0,25$), mentre Biely et al., [78] valori da modesto fino a moderato ($k=0,35-0,46$).

Infine, il *Reversal of lumbopelvic rhythm* è stato incluso negli stessi due studi dell'ultimo test analizzato, riscontrando una variabilità maggiore nei risultati: Hicks et al. [69] definiscono una riproducibilità pessima ($k=0,13$), mentre Biely et al. [78] un valore eccellente ($k=0,89-0,83$).

Test descritti da più di uno studio che hanno mostrato accordo tra i risultati

Una riproducibilità sostanziale è stata rilevata sia per il *waiter's bow* (indagato in 2 studi [71, 74], 92 soggetti, $k=0,62$ e $0,78$), che per il *Prone hip extension* (indagato da 2 studi [70, 79], con 112 soggetti totali, k =da $0,72$ a $0,76$) e per l'*Aberrant movement pattern* (studiato da 2 autori [69, 77], 93 pazienti, k = da $0,60$ a $0,64$).

Il *Knee lift Abdominal test* ha mostrato avere valori da scarsi a buoni (2 studi [74, 80], 112 soggetti, ICC da $0,71$ a $>0,85$).

Test descritti da un singolo studio

Una riproducibilità eccellente è stata individuata per il *joint position sense, sitting forward lean*, il *leg lowering* e le *CPR*; sostanziale per il *pelvic tilt, rocking pelvis forwards, Standing back extension test, Painful arc in flexion, painful arc on return from flexion* e *deviazione dal piano sagittale*; moderata per il *Rocking pelvis backwards* e per il *Prone active knee flexion*; infine, pessima per il *Wisbey-Roth grading system*, l'*Active hip abduction* e il *Gower's sign*.

Test descritti da un singolo studio ma con risultanti inconsistenti

L'*unilateral pelvic lift* ha mostrato una riproducibilità moderata per il lato sinistro ($k=0,47$) e sostanziale per il destro ($k=0,61$) [75].

Il *sitting on a ball test*, invece, sostanziale per il destro ($k=0,79$) e eccellente per il sinistro ($k=0,88$).

Biely et al. [78] hanno proposto una batteria di movimenti aberranti che, a seconda del criterio utilizzato per definirne la positività, mostra valori moderati ($k=0,53$) o sostanziali ($k=0,65$).

Test	Autori	Riproducibilità INTER-ES	Percentuale di accordo	Valutazione e criteri di positività
Waiter's bow / Standing Bow (SB)	Luomajoki et al., 2007* Roussel et al., 2009**	k= 0,62 k= 0,78	P1=85,7 P2=75,0	L'esaminatore osserva l'esecuzione del test e lo considera corretto (quindi negativo) se non muove la colonna lombare fino a: * 50-70° di flessione delle anche. ** circa 50° di flessione delle anche.
Pelvic tilt	Luomajoki et al., 2007	k= 0,65	P1= 80,0 P2= 92,5	L'esaminatore osserva l'esecuzione del test e lo valuta come corretto se vengono eseguite attentamente le istruzioni date.
One leg stance / Trendelenburg	Luomajoki et al., 2007* Roussel et al., 2007** Tidstrand and Horneij, 2009**	k= R: 0,43 L:0,65 k= R: 0,75 L: 0,83 k= R:1,00 L: 0,88	P1= R/L:88,0 P2= R:97,5 L:92,5 R: 100 L: 95	* Misura e confronta lo spostamento laterale dell'ombelico: considerato corretto se simmetrico o differenza tra i due lati < 2 cm. **Corretto se mantiene la posizione per 30 sec senza inclinare o ruotare la pelvi.
Sitting knee extension (SKE)	Luomajoki et al., 2007* Enoch et al., 2011**	k= 0,72 ICC= 0,95	P1=90,4 P2=95,0	* L'esaminatore osserva l'esecuzione del test e lo valuta come corretto se viene mantenuta neutra la lombare fino a 30-50° di flessione del ginocchio. **Un nastro di 5 cm è posizionato sulla zona lombare a partenza da S1, su cui è posizionato un puntatore laser. Dopo 5 estensioni di ginocchio fino a -10°, viene misurata la distanza in cm tra il puntatore laser e S1.
Rocking backwards	Luomajoki et al., 2007	k= 0,57	P1= 88,0 P2= 90,0	Il test è considerato negativo se la sua esecuzione è valutata come qualitativamente corretta dall'esaminatore, a seguito di un'attenta osservazione.
Rocking forwards	Luomajoki et al., 2007	k= 0,68	P1= 92,8 P2= 92,5	Il test è considerato negativo se la sua esecuzione è valutata come qualitativamente corretta dall'esaminatore, a seguito di un'attenta osservazione.
Prone active knee flexion	Luomajoki et al., 2007	k(Est)= 0,47 k(Rot)=0,58	P1= (Est) 97,6 (Rot) 90,5 P2= (Est/Rot) 87,5	Il test è considerato negativo se la sua esecuzione è valutata come qualitativamente corretta dall'esaminatore, a seguito di un'attenta osservazione.
Crook lying hip abduction / Bent Knee fall out (BKFO)	Luomajoki et al., 2007* Roussel et al., 2009** Enoch et al., 2011***	k= 0,38 ICC= tra 0,61 e 0,91 Cronbach α = 0,83 ICC=0,94	P1= 78,6 P2= 65,0 88	* Il test è considerato negativo se la sua esecuzione è valutata come qualitativamente corretta dall'esaminatore, a seguito di un'attenta osservazione. **Si misura della differenza in mmHg rispetto alla fase di partenza, attraverso il PBU posizionato posteriormente alla colonna. *** Un nastro di 5 cm è posizionato tra le due SIAS, con un puntatore laser sull'estremità destra della linea. Dopo 5 movimenti in extrarotazione/abduzione dell'anca flessa a max 45°, si misura la distanza tra

			il puntatore laser e l'estremità 0 del nastro (in cm).
Repositioning (RPS) / Joint position sense	Enoch et al., 2011	ICC= 0,90	Nastro di 5 cm posizionato verticalmente a partenza da S1 (punto 0) sul quale è puntato un laser. Il paziente muove 2 volte il bacino in anti e retroversione, ritornando, infine, alla posizione di partenza. Si misura la distanza in cm tra il puntatore laser e S1.
Sitting forward lean (SFL)	Enoch et al., 2011	ICC= 0,96	In partenza, l'esaminatore marca sulla pelle il punto 0 su S1 e un punto 10 cm sopra. Alla fine del movimento richiesto al paziente, l'esaminatore misura la distanza tra i 2 punti (in cm) verificando che sia stata mantenuta una distanza il più possibile a quella di partenza.
Leg Lowering (LL)	Enoch et al., 2011	ICC=0,98	Il paziente deve mantenere costante la pressione sul PBU durante le 5 ripetizioni di abbassamento della gamba verso il piano di appoggio. Si misurano le variazioni in mmHg.
Knee Lift Abdominal Test (KLAT)	Roussel et al., 2009 Ohe et al., 2015	ICC>0,85 Cronbach α = 0,83 ICC=0,71-0,79	Durante la flessione di anca si verifica la posiz della lombare attraverso le variazioni della pressione nel PBU (in mmHg) rispetto alla fase di partenza.
Prone hip extension (PHE)	Murphy et al., 2006 Bruno et al., 2014*	k= L: 0,72 R: 0,76 k= 0,72	Considerato positivo in caso di rotazione, iperestensione o inclinazione del tratto lombo-pelvico. *Alla fine del test i paz esprimono la difficoltà percepita durante l'esecuzione indicando un punteggio da 0 a 5 (dove 0 indica nessuna difficoltà e 5 impossibilità all'esecuzione)
Wisbey-Roth grading system	Sedaghat et al., 2007	k= -0,01 a 0,56 (media 0,29) ICC= 0,30	Valutare, attraverso palpazione manuale, con un punteggio 0-5 l'abilità del soggetto di mantenere la contrazione del TrA, LM e pavimento pelvico in una serie di posture e movimenti funzionali.
Active Straight Leg Raising (ASLR)	Roussel et al., 2007* Roussel et al., 2007** Roussel et al., 2009*** Rabin et al., 2013**** Bruno et al., 2014*****	k= L: 0,70 R: 0,71 k= L: 0,47 R: 0,39 ICC= 0,41-0,91 Cronbach α = 0,83 k= 0,53 (0,20-0,84) k= 0,79	*Il soggetto esprime la difficoltà percepita su una scala 0-5 **Il criterio di positività è rappresentato dall'incapacità del soggetto di mantenere un corretto pattern respiratorio durante l'esecuzione del test. ***Calcolo della differenza in mmHg rispetto alla fase di partenza, attraverso il PBU posizionato posteriormente alla colonna. ****L'esaminatore assegna un punteggio 0-5 in base alla capacità del paziente di mantenere l'allineamento, la fatica, la velocità, l'armonia del movimento, ecc.. *****l'esaminatore stabilisce la positività/negatività del test a seconda della capacità del soggetto di mantenere l'allineamento neutro.

Unilateral pelvic lift	Tidstrand and Horneij, 2009	$k = R: 0,61 \quad L: 0,47$	R: 79 L: 74	L'esaminatore valuta il test come positivo se le due SIAS non rimangono su piano orizzontale.
Sitting on a ball	Tidstrand and Horneij, 2009	$k = R: 0,79 \quad L: 0,88$	R: 89 L: 95	L'esaminatore stabilisce la positività del test se osserva compensi di tronco e/o pelvi durante il movimento richiesto.
Clinical Prediction Rules: - Et� < 40 aa - Presenza di movimenti aberranti - Straight leg raise (SLR) - Prone instability test (PIT)	Rabin et al., 2013	$k = 0,86 (0,65-1,00)$	93	(SLR: Flessione passiva dell'anca a ginocchio esteso: considerato positivo quando il range medio di entrambe le anche � >91�. PIT: Il paziente � prono sul lettino con gli arti inferiori fuori che poggiano a terra. In tale posizione il terapeuta esegue una spinta postero-anteriore su ogni segmento lombare. Successivamente si esegue la stessa traslazione mentre il soggetto tiene i piedi sollevati da terra. Positivo se nella seconda manovra viene ridotto o abolito il dolore provocato dalla prima. Movimenti aberranti: quelli studiati da Hicks et al., 2013). Se il soggetto presente almeno 3 test +, le CPR sono considerate +.
Active Hip ABduction (AHABd)	Rabin et al., 2013	$k = -0,09 (-0,35 \text{ a } 0,27)$	60	L'esaminatore valuta il test positivo in caso di incapacit� a mantenere pelvi e arti inferiori su piano frontale.
Standing back extension test	Gondhalekar et al., 2016	$k = 0,78$	94	Uno spostamento eccessivo in senso anteriore delle SIAS � considerato criterio di positivit�.

Tabella 4 - Riproducibilit  inter-esaminatore test clinici

MOVIMENTI ABERRANTI	Autori	Riproducibilità INTER-ES	Percentuale di accordo	Descrizione e Note
Painful arc in flexion	Hicks et al., 2003	$k = 0,69$ (0,54-0,84)	92	Il paziente riferisce sintomi in un particolare punto del movimento in flessione, non presenti né prima né dopo.
Painful arc on return from flexion	Hicks et al., 2003	$k = 0,61$ (0,44-0,78)	90	Presenza di un arco doloroso durante il movimento di ritorno dalla flessione del tronco.
Instability Catch (JUD)	Hicks et al., 2003	$k = 0,25$ (-0,10 a 0,60)	92	Presenza di una deviazione assiale e improvvisa in un determinato punto del ROM.
	Biely et al., 2014	$k = 0,35$ (0,00-0,71)#	65	
		$k = 0,46$ (0,31-0,61)##	85	
Gower's sign	Hicks et al., 2003	$k = 0,00$ (-1,09 a 1,09)	98	Necessità di appoggiarsi con le mani agli arti inferiori o ad altri supporti per assistere il ritorno dalla flessione e riportare il tronco in posizione eretta.
Reversal of lumbopelvic rhythm (LPR)	Hicks et al., 2003	$k = 0,16$ (-0,15 a 0,46)	87	Nel tentativo di ritornare dalla flessione, il paziente flette le ginocchia e trasla anteriormente la pelvi prima di raggiungere la posizione eretta del tronco. *Include Gower's sign
	Biely et al., 2014*	$k = 0,89$ (0,69 – 1,00)#	96	
		$k = 0,83$ (0,73-0,93)##	96	
Aberrant movement pattern	Hicks et al., 2003	$k = 0,60$ (0,47 – 0,73)	84	Include i precedenti 5 movimenti aberranti come batteria. Positività in caso in cui sia presente almeno 1 movimento aberrante su 5.
	Rabin et al., 2013	$k = 0,64$ (0,32-0,90)	83	
Deviazione dal piano sagittale (DEV)	Biely et al., 2014	$k = 0,68$ (0,34 – 1,00)#	87	Considerato positivo se si registra qualsiasi deviazione rispetto al piano sagittale durante il movimento. Pazienti considerati + alla presenza di movimenti aberranti se anche solo 1 dei 3 risulta +.
Presenza di qualsiasi movimento aberrante tra: JUD, LPR, DEV	Biely et al., 2014	$k = 0,60$ (0,50-0,69)##	80	
		$k = 0,65$ (0,00-1,00)#	96	
		$k = 0,53$ (0,43-0,64)##	80	

Tabella 5 - Riproducibilità inter-esaminatore movimenti aberranti

Legenda:

#: Risultato calcolato considerando + il test nel caso in cui almeno 1 movimento su 3 ripetizioni risulta alterato.

##: Risultato calcolato considerando + il test solo se il movimento risulta alterato in ogni ripetizione.

P= pair, Est= Estensione, F= Flessione, Rot= rotazione, k = kappa coefficient (è un indice di riproducibilità), HER: Hip extension with return, LER: Lumbar extension with return, RF: Relative flexibility, TrA: trasverso addominale, LM: Multifido lombare, SIAS: Spine iliache antero-superiori.

RIPRODUCIBILITÀ INTRA-ESAMINATORE

In totale sono 9 i test per i quali è stata indagata la riproducibilità intra-esaminatore (*Tabella 6*), tutti da un solo autore.

Waiter's bow, Pelvic tilt, One leg stance, Sitting knee extension, Rocking backwards, Rocking forwards, prone active knee flexion e *Crook lying hip abduction* sono stati indagati tutti da Luomajoki et al.[71] su 40 soggetti, mentre lo *Standing back extension test* da Gondhalekar et al. [81] su 50 pazienti. Il *k* value si posiziona tra 0,51 e 0,95 indicando una riproducibilità da moderata ad eccellente.

Test	Autori	Riproducibilità INTRA-ES	Percentuale di accordo
Waiter's bow/ Trunk flexion	Luomajoki et al. 2007	$k = 0,88$	O1=97,5 O2=100
Pelvic tilt	Luomajoki et al. 2007	$k = 0,80$	O1/O2= 95,0
One leg stance/ Trendelenburg	Luomajoki et al. 2007	$k = R:0,67 L:0,84$	O1= R: 92,5 L: 87,5 O2= R/L:100
Sitting knee extension	Luomajoki et al. 2007	$k = 0,95$	O1/O2=100
Rocking backwards	Luomajoki et al. 2007	$k = 0,72$	O1/O2= 97,5
Rocking forwards	Luomajoki et al. 2007	$k = 0,51$	O1= 95,0 O2= 100
Prone active knee flexion	Luomajoki et al. 2007	$k(\text{Est}) = 0,70$ $k(\text{Rot}) = 0,78$	O1= (Est/Rot) 92,5 O2= (Est) 92,5 - (Rot) 100
Crook lying hip abduction / Lateral rotation	Luomajoki et al. 2007	$k = 0,86$	O1/O2= 97,5
Standing back extension test	Gondhalekar et al., 2016	$k = 0,87$	96

Tabella 6 - Riproducibilità intra-esaminatore

NB: La descrizione dei test citati in tabella è inserita nella tabella 'Riproducibilità inter-esaminatore'.

Legenda: O= Osservazione, Est= Estensione, Rot= Rotazione, k = kappa coefficient.

VALIDITÀ

In tutto sono 11 i test (tra test clinici, movimenti aberranti e batterie) per i quali sono stati forniti valori indicanti la loro validità, rappresentati in *Tabella 7-8*, tutti indagati da un solo autore.

A parte il test di misurazione della contrazione del TrA proposto da Roussel et al. [83] che non ha fornito valori numerici precisi, la batteria di Luomajoki et al. [82], il *knee lift abdominal test*, il *bent knee fall out*, il *prone hip extension*, l'*active straight leg raise*, la *deviazione su piano sagittale*, l'*instability catch* e l'*aberrant movement score* hanno mostrato una relazione significativa tra la positività al test (nonostante i diversi criteri adottati) e la presenza di LBP rispetto ai soggetti sani (tutte $p < 0,05$).

Solo per lo *standing back extension test* e l'*altered lumbo-pelvic rhythm* non si sono rilevati valori sufficientemente alti di potere diagnostico (AUC 0,78 e $p = 0,07$).

Test	Autori	Validità	Descrizione	Note e breve sintesi dei risultati
Batteria: - Waiter's bow - Pelvic tilt - One leg stance - Sitting knee extension - Rocking 4 point kneeling - Prone lying active knee flexion	Luomajoki et al., 2008	Effect size per la differenza tra gruppi: 1,18 (CI 95%: 1,02-1,34). $p < 0,001$ tra LBP e sani. $p < 0,01$ tra acuti e cronici; $p < 0,03$ tra subacuti e cronici; $p > 0,7$ tra acuti e subacuti.	Per la descrizione dei singoli test vedi tabella "riproducibilità inter-esaminatore". L'esaminatore assegna un punto per ogni test positivo, ottenendo un punteggio finale 0-6 per ogni paziente.	1,18 rappresenta l'effect size della differenza tra i test pos nel gruppo LBP e i test pos nel gruppo sani. Il <i>p value</i> sottolinea la significatività della differenza statistica, poiché $< 0,05$. Un'analisi più approfondita paragona il n° di test pos nei vari sottogruppi di paz con LBP acuto, subacuto e cronico: le <i>p</i> mostrano una differenza statisticamente significativa tra il gruppo LBP acuto e subacuto rispetto al LBP cronico, ma non tra i primi due.
Knee lift abdominal test (KLAT)	Roussel et al., 2013	$p = 0,048$ (L/R)	Per la descrizione del test vedi tabella "riproducibilità inter-esaminatore".	Nell'articolo vengono riportate le misure (in mmHg) registrate dal PBU durante l'esecuzione del test. Il <i>p value</i> riportato è il risultato del confronto tra i valori ottenuti dai paz con LBP e quelli ottenuti dai paz sani, mostrando una differenza statisticamente significativa (bilateralmente per il KLAT, solo per l'arto inferiore sinistro per il BKFO).
Bent knee fall out (BKFO)	Roussel et al., 2013	$p = 0,049$ (L), 0,304 (R)	Per la descrizione vedi tabella "riproducibilità inter-esaminatore".	
Contrazione del Trasverso dell'addome	Roussel et al., 2013	Difficoltà a contrarre il TrA in: 63% dei paz con LBP, 30% dei paz senza LBP.	L'osservatore osserva la capacità del soggetto di attivare correttamente il TrA durante la manovra 'drowing in', in posizione supina con anche e ginocchia flesse. Il test è considerato positivo se il paz espande la cavità addominale e l'obliquo interno e/o se muove la colonna o la gabbia toracica e/o se modifica il pattern respiratorio. L'osservatore valuta attraverso un'attenta valutazione e palpazione la contrazione del TrA.	E' stata individuata una differenza significativa tra la proporzione di danzatori con una corretta attivazione del TrA: il 30% dei pazienti sani non è in grado, contro il 63% riscontrato nel gruppo di pazienti con LBP.
Prone hip extension (PHE)	Bruno et al., 2014	$p < 0,001$ LBP group-pat score $p = 0,30$ pat score-ex class $p = 0,96$ LBP group - ex class. Sn= 0,82 Sp= 0,69	Per la descrizione e criteri di positività/punteggi assegnati vedi tabella "riproducibilità inter-esaminatore".	Le <i>p</i> indicano le correlazioni individuate tra → il punteggio 0-5 che il paziente ha fornito in base alla fatica percepita; → il sottogruppo di LBP a cui i pazienti sono stati assegnati in base alla compilazione iniziale di

		(nel cut-off 0-1)		determinati questionari; → la classificazione dei pazienti per opera degli esaminatori a seguito di osservazione durante l'esecuzione del test. Per <u>entrambi i test</u> , l'unica correlazione significativa è stata individuata <u>tra il gruppo di appartenenza e il punteggio riferito dal paziente</u> .
Active straight leg raise (ASLR)	Bruno et al., 2014	<u>p<0,001</u> LBP group-pat score p=0,54 pat score-ex class p=0,89 LBP group - ex class Sn= 0,60 Sp= 0,76 (nel cut-off 0-1)	Per la descrizione e criteri di positività/punteggi assegnati vedi tabella "riproducibilità inter-esaminatore".	Il calcolo di sensibilità e specificità è stato effettuato confrontando il criterio positivo/negativo assegnato dall'esaminatore con il punteggio 0-5 della difficoltà percepita dal paziente stesso. I valori sono stati calcolati per ogni punto della scala 0-5: il cut-off 0-1 mostra la combinazione migliore di sensibilità e specificità per entrambi i test (per visualizzare i valori in tutti i cut-off, vedere la tabella direttamente nel testo dell'articolo).
Standing back extension test	Gondhalekar et al., 2016	AUC: 0,785 per ADIM, 0,780 per ASLR	Per la descrizione del test vedi tabella "riproducibilità inter-esaminatore".	L'Area Under the Curve (AUC) è una misura di accuratezza diagnostica che può assumere un valore tra 0,5 e 1,0. E' un indice della validità del test rispetto al gold standard (ultrasuoni) che utilizza il cambiamento nello spessore del TrA durante la contrazione volontaria richiesta nelle manovre ADIM e ASLR. Secondo Swets, 1998 il test risulta moderatamente accurato in entrambe le manovre.

Tabella 7 - Validità test clinici

Test	Autori	Validità	Note e breve sintesi dei risultati
Altered lumbo-pelvic rhythm (LPR)	Biely et al., 2014	*p=0,07 **p=0,52 ***p=0,23	E' stata calcolata la capacità di questi movimenti aberranti, presi singolarmente, di distinguere un paziente con LBP attuale (LBP), da uno con storia di LBP, da uno sano (No LBP).
Deviazione dal piano sagittale (DEV)	Biely et al., 2014	*p=0,004 **p=0,75 ***p=0,001	* → confronto LBP VS No LBP ** → LBP VS storia di LBP
Instability Catch (JUD)	Biely et al., 2014	*p=0,002 **p=0,001 ***p=0,95	*** → No LBP VS storia LBP I p value espressi indicano, quindi, la correlazione tra presenza del movimento aberrante e presenza/assenza/storia di mal di schiena.
Aberrant Movement Score (AMS)	Biely et al., 2014	AMS: No LBP: 0,8±0,63 Storia LBP: 1,3±0,61 LBP: 2,5±0,96 *p<0,001 **p<0,001 ***p=0,021	E' stato utilizzato un secondo approccio considerando la frequenza delle osservazioni dei movimenti aberranti attraverso un 'Aberrant Movement Score' (AMS), in cui viene sommato il numero dei differenti tipi di movimenti aberranti osservati. Considerando i 4 movimenti aberranti LPR, DEV, JUD e painful arc of motion, è stato calcolato l'AMS medio per ogni gruppo, mostrando come il gruppo che attualmente lamenta LBP abbia il valore più alto. I p value elencati successivamente mostrano una differenza statisticamente significativa tra tutti i gruppi (p<0,05). * → confronto LBP VS No LBP ** → LBP VS storia di LBP *** → No LBP VS storia LBP

Tabella 8 - Validità movimenti aberranti

NB: Per la descrizione dei movimenti e criteri di positività vedi tabella "Riproducibilità inter-esaminatore"

Legenda:

pat score = patient score 0-5, ex class = Examiner classification, LBP group = Sottogruppo di LBP, sn= sensibilità, sp= specificità, ADIM: Abdominal, Drowning-In Manouvre, PBU: Pressure Biofeedback Unit, pos= positivi.

RISULTATI (Obiettivo 2)

LA SELEZIONE DEGLI STUDI

Il processo di selezione è stato rappresentato graficamente nella Flow - chart riportata in seguito. Inizialmente sono stati identificati **446** record complessivi reperiti nelle diverse banche dati informatiche (PubMed, Cochrane Library, PeDro, Medline) utilizzando le diverse stringhe di ricerca riportate nella sezione *Materiali e Metodi*. Successivamente è stato effettuato lo screening dei duplicati e rimossi **93** articoli ottenendo **353** articoli da analizzare. Da una primo esame sono stati eliminati **151** articoli chiaramente irrilevanti riguardanti altri distretti corporei o studi non correlati al motivo della revisione e **53** articoli per motivazioni riconducibili al disegno dello studio non identificato come *Randomized Controlled Trial*, giungendo ad un primo livello di screening di **149** record. La lettura dell'abstract ha previsto l' esclusione di ulteriori **85** articoli. Lo screening dei restanti **64** record risultati potenzialmente utili alla revisione, dei quali è stato reperito e analizzato il full-text, ha portato all' esclusione di **60** articoli sulla base della risposta ai criteri di inclusione ed esclusione prefissati. In conclusione, hanno rispettato i criteri di eleggibilità previsti e perciò inclusi nella presente revisione **4** Randomized Controlled Trial in lingua inglese.

Tipologia degli studi inclusi:

- Lehtola et al., 2016: Confronta MCE + Terapia manuale VS Esercizi generici + terapia manuale in pazienti con LBP sub acuto sottoposti a test MCI.
- Park et al., 2016: Confronta MCE Vs esercizi di stretching in pazienti sottoposti a test MCI sotto-classificati in lumbar - extension - rotation pattern.
- Saner et al., 2015: Confronta MCE Vs Esercizi generici in pazienti sottoposti a test MCI.
- Rabin et al. 2014: Confronta Esercizi di stabilizzazione lombare Vs Terapia Manuale a sottoposti a valutazione globale + test MCI attenendosi alle Clinical prediction Rule proposte da Hicks et al. [84]

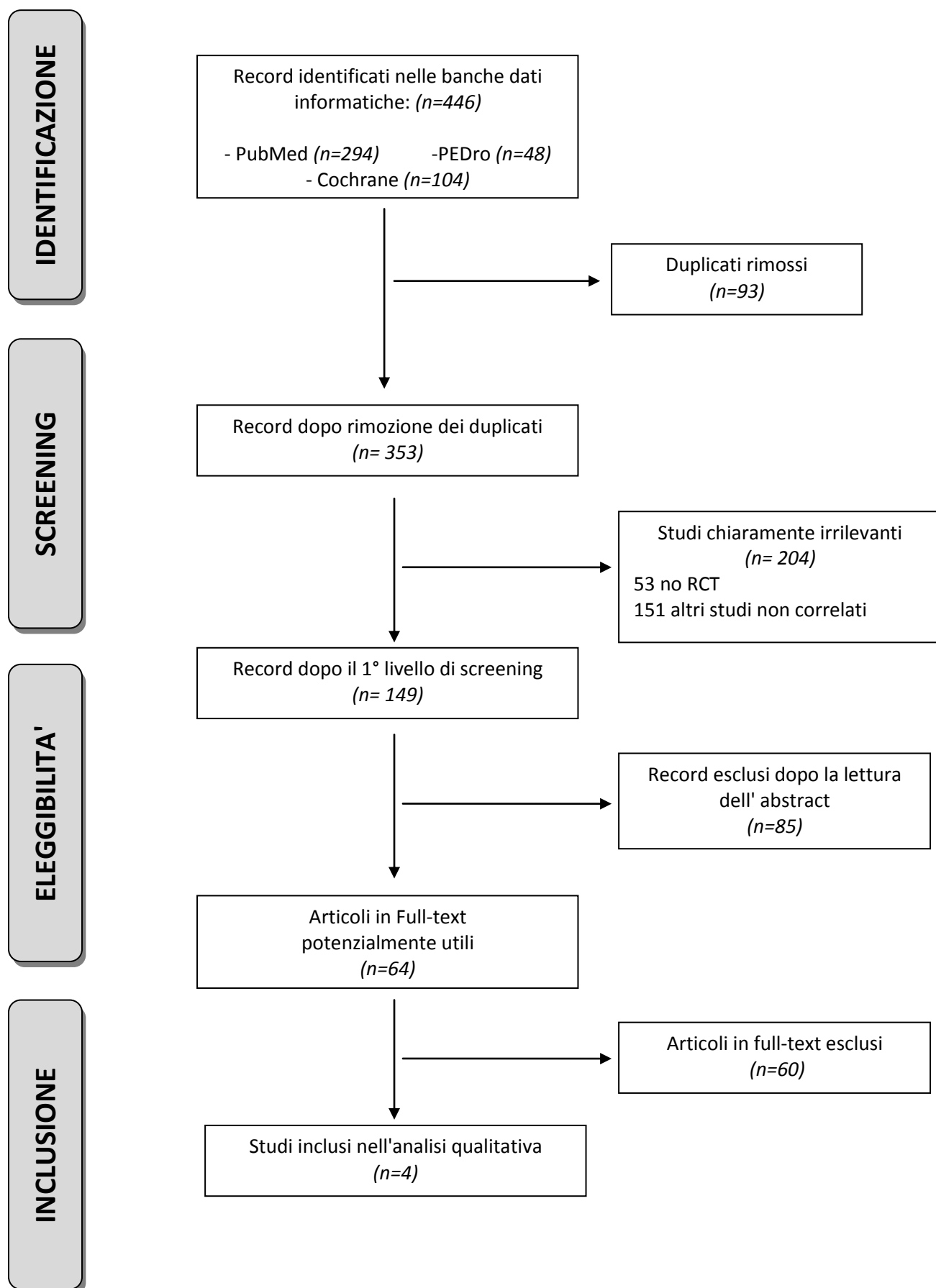
Studi esclusi

Gli studi esclusi dalla presente revisione non hanno rispettato i criteri di inclusione

prefissati.

Una buona parte degli studi presenti in letteratura propone esercizi non riconducibili a Motor control Exercise. In altri studi invece, nonostante la fase di trattamento fosse conforme con le richieste del nostro studio, non sono risultati soddisfacenti i criteri valutativi applicati, poiché tralasciavano la componente qualitativa del movimento e analizzavano esclusivamente l'aspetto quantitativo attraverso test generici utilizzati nella comune pratica clinica per valutare PROM e AROM, test per la valutazione della forza dei mm del tronco o la valutazione dello spessore/attivazione dei mm TrA e multifido profondo con EMG (poco applicabile in pratica clinica), quesiti non sufficienti per l'inquadramento diagnostico di Motor control Impairment.

FLOW - CHART PROCESSO DI SELEZIONE DEGLI STUDI



PRESENTAZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI STUDI SPERIMENTALI

Gli studi sono stati condotti su un campione totale di 317 pazienti, nella totalità dei casi con età compresa tra 18 e 65 anni, con manifestazione di *Low Back Pain Aspecifico sub-acute o cronico*, insorto da almeno 3 mesi e senza presentare altre comorbidità. In alcuni studi un ulteriore criterio è quello di non aver effettuato altri trattamenti di varia natura per LBP negli ultimi 6 mesi.

Negli studi scientifici presi in considerazione, lo scopo è stato quello di indagare l'efficacia degli esercizi di controllo motorio (*definiti anche lumbar stabilization exercise, Specific motor control exercise, Abdominal drawing in manœuvre*) rispetto ad un programma di esercizio generico, esercizi di stretching o terapia manuale in pazienti sottoposti a test specifici per Motor control Impairment, sotto - classificati e trattati a seconda del movimento disfunzionale riscontrato dai test MCI.

Tabella n.1 Presentazione e caratteristiche degli studi sperimentali

Lehtola et al., 2016 [85]	Obiettivo	Partecipanti	Test	Intervento	Risultati	Note
	Compara l'efficacia di Esercizi specifici di controllo motorio (SMCE) + terapia manuale (TM) Vs Esercizi generici (EG) + terapia manuale (TM) nel - ↓ la disabilità in pazienti con MCI e NSLBP sub- acuto ricorrente	N=70 pz. con NSLBP sub-acuto ricorrente - SMCE + TM n=35 (età 51±11) - GE + TM n=35 (età 48±11) -Durata dei sintomi: un episodio nelle ultime 6 settimane.	Batteria di 6 test specifici per la valutazione del MCI (Luomajoki et.al 2008,2010) Positività a 2/6 test per l'inclusione.	Gruppo trattamento: -SMCE + TM (5 sessioni x 3 mesi) Gruppo di controllo: - EG + TM (5 sessioni x 3 mesi)	Solo 64 pazienti (<i>SMCE n=31 e GE n=33</i>) su 70 reclutati hanno concluso i 3 mesi di training. A 12 mesi di follow up sono stati valutati 61 pazienti (<i>SMCE n=30 e GE n=31</i>) con una percentuale di ritiro totale del 12.9%. PSFS e ODI a 3 mesi hanno mostrato un miglioramento seppur senza differenze sostanziali tra i due gruppi. In entrambi i gruppi i pazienti hanno ottenuto una ↓ della disabilità nella RMDQ a 12 mesi di follow-up. La variazione media della RMDQ tra la baseline e a 12 mesi di follow up ha mostrato un miglioramento statisticamente significativo maggiore per il gruppo SMCE -1,9 punti (-3,9 a -0,5) 95% (CI). Tuttavia, Il risultato non ha raggiunto la differenza clinicamente significativa di 3 punti. A 12 mesi di follow-up il gruppo SMCE ha ottenuto un risultato significativamente migliore nella funzione self-reported (PSFS). La media dei test MCI positivi alla baseline era 3,0 (0,6) nel gruppo SMCE e 2,9 (0,7) nel gruppo di esercizi generali. A 3 mesi il numero di test positivi è risultato rispettivamente di 0.8 (0.8) e 1.8 (1.2) quindi l'83,9% dei soggetti del gruppo SMCE ha avuto un risultato normale (0 o 1) rispetto al 45,5% dei soggetti del gruppo di controllo. All'interno dei criteri di inclusione i soggetti dovevano risultare positivi a 2 su 6.	Nonostante il risultato non abbia raggiunto la differenza clinicamente significativa di tre punti, questo studio suggerisce che una combinazione di SMCE e terapia manuale può essere più efficace nella riduzione della disabilità e miglioramento della funzione rispetto all'esercizio generale combinato alla terapia manuale in soggetti con NSLPB sub - acuto ricorrente.
	Outcomes					
	Variabile / Diff. media tra i gruppi (95% CI)					
	RMDQ - 3 mesi follow-up -1.9 (-4.5 - -1.1) p.<0.01					
PSFS - 3 mesi follow - up 2.7 (0.4 - 5.9) p.0.13						
ODI - 3 mesi follow - up -2.7 (-6.3 - -2.3) p.0.35						
RMDQ - 12 mesi follow-up -1.7 (-3.9 - -0.5) p.<0.01						
PSFS - 12 mesi follow - up 3.1 (0.2 - 6.0) p.0.03						
ODI - 12 mesi follow - up -2.1 (-6.7 - -2.4) p.0.35						

Valutare l'efficacia degli MCE a 6 sett VS stretching nel:
- ↓ intensità LBP
- ripristinare il mov di compensaz pelvica durante APKF in paz con ext - rot pattern.

N=36 pz. con NSLBP e ext-rot pattern

- **MCE:** n=18 (età 23.5 ± 2.5)

- **STRETCHING:** n=18 (età 23.7 ± 3.2)

Durata sintomi:
> 7 sett dall'esordio

2 step:

1°: test provocativi per ext - rot pattern.

2°: test modifica del sintomo volti a correggere il pattern in ext - rot e ↓ i sintomi.

Gruppo trattamento:
- **MCE**
(5 v/sett x 6 sett)

Gruppo controllo:
- **STRETCHING**
(5 v/sett x 6 sett)

Il gruppo MCE si è dimostrato più significativo nel ridurre la comparsa del tilt pelvico anteriore, la rotazione pelvica e l'attività muscolare degli erettori spinali durante il task specifico di ACTIVE PRONE KNEE FLEXION (APKF), così come nella riduzione del dolore, comparato agli esercizi di stretching (P.<05)

Outcomes

Variabile / Diff. media tra i gruppi (95% CI)

Range of AP tilt ° 3.9 (2.7-5.0) p<.01
Range of P rot° 1.0 (0.5-1.4) p<.01
Range of Knee flexion° -7.0 (-11 to - 3.0) p.01
Ot of Ap tilt (s) 1.4 (0.9-1.9) p<.01
Ot of P rot (s) 0.9 (0.3-1.5) p<.01
Ot right Erector spiane (s) 1.4 (0.3-2.4) p.02
Ot left Erector spiane (s) 1.2 (0.3-2.1) p.01
Ot medial Hamstring (s) 2.3 (1.5-3.1) p.01
Otlateral Hamstring (s) 3.7 (3.0-4.5) p.01
Amp right Erector spiane (%) 8.1 (1.1-15.2) p.03
Amp left Erector spinae (%) 9.8 (1.4-18.1) p.02
Amp medial Hamstring (%) 19.3 (-8.1 to 46.7) p.16
Amp lateral Hamstring (%) 0.6 (36.1-34.9) p.97
VAS (mm) 29.3 (23.9-34.8) p<.01

Per la riabilitazione dei pazienti con lumbar extension rotation patter i Motor Control Exercise sono risultati superiori rispetto agli esercizi di stretching nel ridurre la compensazione pelvica di rotazione e tilt anteriore, nel ripristinare l'attività muscolare durante il task specifico di Active Prone Knee Flexion e nella conseguente riduzione del LBP.

MCE sono raccomandati per la riabilitazione di pazienti con lumbar - extension-rotation pattern.

LEGENDA →:

Ot= Onset time

Amp= Amplitude

Valutare gli effetti a breve termine di un programma specifico di esercizi di controllo motorio (MCE) Vs ad esercizi generici nella disabilità di pazienti con Low Back Pain e Motor Control Impairment.

N=106 pz.con NSLBP cronico o sub-acuto
- **MCE** n= 52 (età 42.8 ± 13.8)

- **EG** n= 54 (età 40.5 ± 14.7)

Durata dei sintomi:
> 6 settimane dall'esordio

Batteria di 6 test specifici per la valutazione del MCI (Luomajoki et.al 2008,2010)

Positività a 2/6 test per l'inclusione.

Gruppo trattamento:
- **MCE**
(30min,2v/sett per 12 sett)

Gruppo di controllo:
- **EG**
(30min,2v/sett per 12 sett)

Non sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi in seguito al periodo di studio. Entrambi i gruppi hanno avuto un miglioramento confrontato alla baseline, con un punteggio leggermente migliore per il gruppo MCE nella PSFS. Invece, si è rivelato significativo ma non clinicamente rilevante lo score ottenuto nella RMDQ con una differenza tra i due gruppi di 2 punti. (SD=0.8;p=0.01)

Outcomes

Variabile / Diff. media tra i gruppi (95% CI)

PSFS activity 0.5 (0.5-1.5) p.0.32
RMDQ 2.0 (0.4-3.5) p.0.01

Entrambi i gruppi di sono stati significativamente decisivi sul livello di disabilità in pazienti con NSLBP cronico o sub-acuto, tuttavia non sono state riscontrate differenze sostanziali, probabilmente date dalla scarsa differenza tra i due programmi di esercizio, che può aver condizionato gli outcomes.

Determinare la validità delle Clinical prediction rule (CPR) suggerite in precedenza da Hicks et al., per identificare pazienti che hanno più probabilità di avere successo a breve termine dopo un periodo di riabilitazione con esercizi di stabilizzazione lombare (LSE) rispetto a pazienti che sono stati trattati con terapia manuale (TM)

N=105 con NSLBP

- **LSE** n= 48

(età 38.3 ± 10.5)

- n= 18 CPR +
- n= 30 CPR -

- **TM** n= 57

(età 35.5 ± 9.1)

- n= 22 CPR +
- n= 35 CPR -

Durata dei sintomi:
primo episodio di LBP

Valutazione qualitativa e quantitativa del rachide lombare + Clinical prediction Rule (Hicks et al. 2005)

Gruppo

trattamento:

- **LSE**

(2volte/sett x 4 sett + 1volta/sett x 4 sett)

Gruppo

di

controllo:

- **TM**

(2volte/sett x 4 sett + 1volta/sett x 4 sett)

I gruppi sono stati randomizzati a prescindere dalla positività o negatività delle Clinical prediction rule.

Nel gruppo oggetto di studio (LSE), i pazienti CPR+ hanno riscontrato un livello minore di disabilità alla fine del periodo di trattamento rispetto ai pazienti CPR- dello stesso gruppo ($P=.02$), così come rispetto ai pazienti che sono risultati CPR+ e assegnati al gruppo Terapia manuale ($P=.03$). Complessivamente è stato osservato un minor livello di disabilità tra i pazienti del gruppo LSE rispetto al gruppo MT ($p=.05$). Inoltre i pazienti CPR+, indipendentemente dal gruppo di appartenenza, hanno ridotto maggiormente il loro livello di disabilità alla fine del percorso rispetto ai pazienti CPR- ($P=.04$). Un'ulteriore analisi dei dati ha portato a modificare le CPR proposte combinando i pazienti positivi al Prone instability test e ai movimenti aberranti (mCPR) trovando un'interazione bidirezionale significativa tra i gruppi di trattamento e le mCPR sulla disabilità finale ($P=.02$) ma sostanzialmente confermando i risultati ottenuti con le CPR originali non dimostrando nessuna ulteriore effetto sul livello di disabilità finale ($P=.27$) e nessuna interazione sul livello di dolore ($P > .09$) tra i vari gruppi usando le mCPR.

Le CPR proposte da Hicks et al. per identificare i pazienti che potrebbero avere maggior beneficio dopo il trattamento con LSE non possono essere convalidate in questo studio. Tuttavia, dato che il confronto dei sottogruppi più rilevanti per la validità delle CPR indicavano un vantaggio per i pazienti con CPR+ trattati da LSE, a causa di un livello relativamente basso di potenza, i risultati suggeriscono che le attuali CPR hanno ancora il potenziale di prevedere un outcome positivo dopo LSE. Inoltre, una versione modificata delle CPR originali che includeva solo 2 dei suoi elementi (movimenti aberranti e prone instability test positivi) è stata in grado di prevedere un esito positivo a seguito di LSE e potrebbero essere una valida alternativa. Un potenziale limite di questo studio può scaturire da un tasso di abbandono relativamente elevato (22,8%) e dalla mancanza di follow-up a lungo termine.

Outcomes

Variabile / Diff. media tra i gruppi (95% CI)

MODI - LSE vs MT 5.0 (0.1 - 9.9) p.05 (>LSE)

MODI - CPR+ vs CPR- 5.2 (0.2 - 10.2) p.04 (>CPR+)

MODI - LSE CPR+ vs LSE CPR- 8.7 (1.4 - 15.9) p.02 (>LSE CPR+)

MODI - LSE CPR+ vs MT CPR+ 8.5 (0.7 - 16.3) p.03 (>LSE CPR+)

NPRS - LSE vs MT 0.5 (-0.3 - 1.3) p.26 (>LSE)

NPRS - CPR+ vs CPR- 0.1 (-0.7 - 0.9) p. 88 (>CPR+)

NPRS - LSE CPR+ vs LSE CPR- 0.3 (-0.9 - 1.5) p.67 (>LSE CPR+)

NPRS - LSE CPR+ vs MT CPR+ 0.7 (-0.6 - 1.9) p.31 (>LSE CPR+)

Nella **Tabella n.2** sono stati schematizzati i programmi di esercizi di controllo motorio proposti nei diversi RCT, le tipologie di *Test* utilizzati per sotto - classificare i pazienti con MCI, durata e posologia del trattamento riabilitativo ed un eventuale presenza di un programma domiciliare da seguire durante il periodo di studio. I test e gli esercizi proposti sono stati inseriti nell'allegato 2.

Tabella n.2 *Test ed esercizi di controllo motorio proposti negli RCT.*

Autore e anno	Test MCI Somministrati	Caratteristiche dell'intervento riabilitativo e progressione	Durata Intervento	Programma domiciliare
Lehtola et al. 2016 [85]	Batteria di 6 test per valutazione Motor Control Impairment (Luomajoki et al., 2008,2010)	Il gruppo SMCE è stato istruito al controllo del pattern di movimento in diverse posizioni: da seduto, quadrupedica e in stazione eretta a seconda delle decisioni prese dal terapeuta che supervisiona la sessione di trattamento. L'intensità degli esercizi era simile al gruppo di esercizi generici (tre serie da 15 ripetizioni) con incremento delle performance durante il percorso. Ogni sessione richiedeva 45 minuti e comprendeva una breve sessione di terapia manuale (10-15 min).	45 min 5 sessioni 3 mesi	Programma di esercizi da eseguire tre volte alla settimana con l'aggiunta di esercizi da seduto, in quadrupedica e in piedi da svolgere una o due volte al giorno.
	1. Waiter's Bow (inchino del cameriere) 2. Pelvic tilt 3. One leg stance 4. Sitting straight leg 5. Rocking pelvis (ant/post) 6. Prone Knee Bend Positività: 2 ≥ 6 test	I punti chiave che contraddistinguono sostanzialmente il gruppo SMCE sono il livello della funzione sensomotoria e la funzione neurocognitiva necessaria per monitorare costantemente la precisione della posizione della colonna lombare per un controllo costante e per mantenere l'accuratezza durante tutto il movimento. Inoltre si basa sull' approccio all'esercizio in una specifica direzione di movimento del tronco in cui si ritiene che la mancanza di controllo sia il meccanismo sottostante che contribuisce al LBP del paziente. Alcuni esercizi richiamano i test per la valutazione dei MCI, altri invece sono esercizi sviluppati a discrezione del terapeuta.	Follow-up: 3 mesi 12 mesi	
	▪ 1° step: test provocativi per pattern extension - rotation ➤ stazione eretta ✓ allineamento ✓ ritorno dalla flessione ant.	Per ogni gruppo, i partecipanti sono stati istruiti individualmente in palestra una volta a settimana da assistenti ricercatori sullo svolgimento corretto degli esercizi. Entrambi i gruppi hanno partecipato ad un programma di esercizi di 5 giorni consecutivi ogni settimana per 6 settimane da svolgere a casa o in palestra.		

Park et al., 2016 [86]	✓ flessione laterale	Il programma MCE è stato suddiviso in 2 stage.		
	➤ posizione supina ✓ flessione anca/ginocchio attiva monolaterale ✓ RE + ABD anca ➤ decubito laterale ✓ allineamento ➤ posizione prona ✓ allineamento ✓ flessione attiva di ginocchio monolaterale ➤ posizione quadrupedica ✓ allineamento ✓ oscillazione anteriore ✓ oscillazione posteriore ▪ 2° step: test di modifica del sintomo volti a modificare il pattern di extension - rotation e ridurre i sintomi.	Prima fase del programma: I pazienti sono stati istruiti nell' Abdominal Drawing in Maneuvre (ADIM), con l'ausilio di un biofeedback a pressione (stabilizer). L'esercizio è stato svolto in posizione prona, il biofeedback posizionato sotto l'addome e tarato a 70 mm Hg. Il compito richiesto consiste nell'retrarre l' addome riducendo la pressione sul biofeedback fino a 60 mm Hg mantenendo la posizione per 10 secondi con l'ausilio visivo del manometro per 10 ripetizioni totali. Seconda fase del programma: Tutti i pazienti hanno superato il primo stage. Nel secondo stage è stato insegnato ai pazienti a prevenire il movimento di compensazione pelvica durante la flessione attiva di ginocchio in posizione prona (APKF), integrando l'ADIM con il biofeedback durante il task per 5 secondi seguito da 5 secondi di APKF per un totale di 10 ripetizioni. Il tutto con l'ausilio visivo del biofeedback	5v/sett 6 sett Follow-up: 6 sett	Gli esercizi sono stati svolti sia a casa che in palestra. Ad ogni partecipante è stato assegnato un diario dove indicare gli esercizi svolti giornalmente.
Saner et al., 2015 [49]	Batteria di 6 test per valutazione Motor Control Impairment (Luomajoki et al., 2008,2010) 1. Waiter's Bow (inchino del cameriere) 2. Pelvic tilt 3. One leg stance 4. Sitting straight leg 5. Rocking pelvis (ant/post) 6. Prone Knee Bend	Il programma di esercizi per il gruppo di studio MCE è stato focalizzato sulla risposta ai Test somministrati preventivamente, i quali fungono come ponte per la terapia. A seconda dell'impairment riscontrato nei test, flexion o extension pattern, l'obiettivo è stato quello di programmare MCE su ogni singolo paziente in risposta alla disfunzione. Inizialmente i pazienti sono stati istruiti a controllare il proprio movimento disfunzionale in catena cinetica chiusa sul piano frontale (flessione / estensione / entrambe), fino a progredire a posizioni in catena cinetica aperta ed esercizi di rinforzo per aumentare il carico sui tessuti. La consapevolezza della postura e dei movimenti è stata eseguita in diverse posizioni.	30 min 2v/sett 12 sett Follow-up: 12 sett	Non eseguiti durante il percorso riabilitativo. Forte raccomandazione per eventuale follow up futuro.

	Positività: $2 \geq 6$ test	L'aspetto che contraddistingue le due tipologie di trattamento prese in esame risiede proprio nel fatto che nel gruppo di controllo motorio vengono assegnati esercizi su misura ed individuali a seconda dell'inquadramento, mentre nel gruppo di controllo vengono assegnati esercizi aspecifici e globali.	
Rabin et al. 2014 [87]	Esame fisico: ▪ esame neurologico ▪ AROM/PROM rachide ▪ valutazione di movimenti aberranti ▪ Range of motion SLR bil. ▪ valutazione della mobilità segmentale ▪ Prone instability test. Positività o negatività a 3 variabili su 4 delle CPR (Hicks et al. 2005): 1. età inferiore a 40 anni 2. $SLR \geq A 91^\circ$ 3. presenza di movimenti aberranti all'esame fisico 4. positività al Prone instability test.	Programma di esercizio suddiviso in 3 stage progressivi. I pazienti sono stati inizialmente istruiti sulla funzione, sulla struttura dei muscoli del tronco e sugli eventuali impairments che comunemente possono scaturire in questo distretto nei pazienti che soffrono di LBP. Una prima fase è stata rivolta alla contrazione isolata dei muscoli Trasverso dell'addome e del multifido lombare attraverso l' <i>Abdominal drawing in manœuvre (ADIM)</i> in posizione quadrupedica, eretta e supina, che consiste sostanzialmente nel retrainare l'addome utilizzando esclusivamente la muscolatura profonda senza reclutare quella superficiale (8 secondi di contrazione per 30 ripetizioni in ogni posizione). Successivamente, sono stati inseriti esercizi progressivamente più avanzati in posizione supina, quadrupedica, decubito laterale ed eretta che richiedevano una capacità di carico sui tessuti maggiore. Dalla settima seduta sono stati incorporati movimenti funzionali mentre veniva mantenuto l' ADIM e la posizione neutra del rachide lombare.	12 sedute 2v/1st 4 sett 1v/2nd 4sett Tot 8 sett Follow-up: 8 sett In entrambi i gruppi è stato assegnato un programma di esercizi domiciliari che sono stati somministrati nel proprio gruppo di appartenenza.

ANALISI DELLA VALIDITA' INTERNA DEGLI STUDI INCLUSI

Tutti gli studi inclusi sono stati valutati al fine di identificare possibili fonti di rischio di bias degli outcome. La valutazione è stata effettuata da un singolo revisore e successivamente con l'ausilio di un secondo revisore per ulteriore conferma.

Nella **Tabella n.3** sono riportati i giudizi  (basso rischio di bias),  (alto rischio di bias),  (giudizio incerto) rispondendo ai 7 domini proposti dal gruppo Cochrane Collaboration riportati nel capitolo 8 del user's manual "Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions" (Higgins 2011).

Tabella n.3 Valutazione del rischio di Bias

	Random sequence generation (Selection bias)	Allocation concealment (Selection bias)	Blinding of participants and personnel (Performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (Attrition bias)	Selective reporting (Reporting bias)	Other source of bias (Other bias)
Park et al., 2016							
Saner et al., 2015							
Rabin et al., 2014							
Lehtola et al., 2016							

- ***Allocazione e randomizzazione***

Ogni studio specifica il numero di pazienti iniziali che hanno preso parte al reclutamento, allocazione e randomizzazione all'interno dei gruppi sperimentali o di controllo e al *follow-up* a distanza dove previsto; In tutti gli RCT vengono elencati i criteri di eleggibilità dei soggetti da allocare nei gruppi di studio; l'assegnazione dei pazienti a tali gruppi è sempre randomizzata e solo in 2 studi su 4 è avvenuta in modo cieco. Negli altri 2 studi, Park et al. 2016 [86] e Saner et al. 2015 [49], era presente un occultamento nell'allocazione, nel primo viene riportato che la modalità di allocazione è stata effettuata attraverso una funzione di randomizzazione numerica di Microsoft Excel, mentre nel secondo studio tramite semplice contatto telefonico.

- ***Cecità***

In tutti gli studi ci sono possibili fonti di rischio di bias poiché sia terapisti che pazienti non sono ciechi nei confronti del trattamento. Negli studi di Saner et al., 2015 [49] e Lehtola et al., 2016 [85] i gruppi venivano divisi per terapeuta/i, mentre nello studio di Rabin et al., 2014 [87] e Park et al., 2016 [86] i terapisti effettuavano entrambi i trattamenti. Nella quasi totalità degli studi i terapisti hanno effettuato un periodo di training prima della somministrazione del programma.

Considerando la peculiarità dei trattamenti è plausibile che i terapisti non fossero ciechi al trattamento, sarebbe impossibile sviluppare un somministrare il trattamento in maniera differente. Non vale la stessa considerazione per i pazienti, che sarebbero dovuti rimanere estranei alle modalità di trattamento e questa mancanza potrebbe aver influenzato gli outcome. Per quanto riguarda la cecità nella valutazione degli outcome, viene effettuata da valutatori ciechi sia al baseline che al follow-up in tutti gli studi tranne per lo studio di Rabin et al., 2014 [87], nel quale viene effettuata da terapisti che hanno effettuato entrambe le tipologie di trattamento oggetto di studio, rappresentando un importante fonte di rischio di bias per gli outcome studiati.

- ***Attrition Bias***

In tutti gli studi è stato effettuata un analisi *Intention to treat* per cercare di minimizzare l'effetto del tasso di abbandono sugli outcome.

Nello studio di Rabin et al. 2014 l'analisi viene effettuata sia attraverso *l'Intention to treat* che con il modello *Per-protocol*, probabilmente dettato dal tasso relativamente alto di abbandono, oltre il 20% (24 pz. su 105), prima del follow - up.

Negli studi analizzati il numero di pazienti sia del gruppo di studio che di controllo esclusi dal trattamento o non valutati al follow up sono stati rispettivamente 9 pazienti nello studio di Lehtola et al. e 16 pazienti nello studio di Saner et. al., mentre non sono stati segnalati abbandoni nello studio di Park et al. In tutte le RCT i valori mancanti sono stati sostituiti con i valori medi di ciascun gruppo. Nell'analisi dei risultati tutti gli studi fanno una comparazione statistica tra i gruppi e riportano le elaborazioni delle misure di grandezza e variabilità.

- ***Altre fonti di bias***

Tutti gli studi sono immuni al Baseline Imbalance.

Performance Bias

Un rischio di bias di performance è stato riscontrato nello studio di Park et al. dove, solo un giorno sui 5 settimanali previsti come trattamento prevedeva la presenza del terapeuta, con il fine di monitorare le performance e correggere eventuali errori; il resto del trattamento prevedeva esercizi domiciliari.

Un ulteriore rischio di Bias di performance riscontrato nello studio di Saner et al. 2015 [49] è rappresentato dalla somministrazione a discrezione del terapeuta di un massimo di 10 minuti di mobilizzazioni e stretching su 30 min di seduta dichiarati, i quali potrebbero costituire un elemento distorsivo sulla reale efficacia degli MCE sugli outcome.

DISCUSSIONI (Obiettivo 1)

La presente revisione, è a nostro avviso, la prima ad analizzare allo stesso tempo le proprietà di riproducibilità (inter- e intra-esaminatore) e di validità dei test che la letteratura propone per individuare alterazioni del controllo motorio lombo-pelvico in soggetti con LBP aspecifico. Dalle tabelle dei risultati, è evidente l'eterogeneità nelle strategie d'esecuzione e nei parametri di valutazione dei test. Riguardo alle strategie d'esecuzione, come si evince dalle *tabelle 5-6*, una riproducibilità inter-esaminatore almeno sostanziale, è stata raggiunta da 13 test; 3 di questi hanno raggiunto risultati sovrapponibili in almeno 2 studi (*Waiter's bow*, *Prone hip extension* e il cluster *Aberrant movement pattern*). In riferimento a tali procedure però, si rende evidente la necessità di uniformare e standardizzarne la descrizione d'esecuzione e le modalità d'interpretazione, con protocolli precisi, come suggerito da Enoch et al. [76]. I restanti 10 test hanno ugualmente ottenuto buoni valori di riproducibilità e restano in attesa di conferme da altri studi.

La revisione ha messo in risalto anche test con valori moderati di riproducibilità (*Rocking backwards*, *Prone active knee flexion*, *Unilateral pelvic lift*) [71, 75], che richiederebbero ulteriori approfondimenti, soprattutto se portati a termine da studi che non presentano una buona qualità metodologica; mentre potrebbe essere meno utile continuare le ricerche su quei test che hanno presentato una riproducibilità pessima o modesta (*Wisbey-Roth grading system*, *Active Hip Abduction*, *Gower's sign*) [69, 73, 77].

L'osservazione dei movimenti aberranti è spesso descritta come parte integrante dell'inquadramento del paziente con MCI. Dalla tabella di sintesi dei risultati, si evince che anche questo tipo di proposta di valutazione è stata studiata in termini di riproducibilità. Nel lavoro di Hicks [69] è emerso un problema relativo alla bassa prevalenza della loro osservazione nel campione di studio, che ha contribuito a limitare il k value, ma ha permesso di ottenere comunque un alto accordo tra gli esaminatori per la scarsa variabilità tra le osservazioni.

Per ovviare a tale problema gli autori hanno pensato di analizzare le proprietà dei test raggruppandoli in un'unica batteria, ottenendo valori sostanziali sia di k value e accordo [69, 77], che di validità [78].

Dai risultati ottenuti si evince che anche i movimenti aberranti, considerati come batteria di test, potrebbero avere buone basi come strumenti d'individuazione di un alterato controllo motorio (nonostante siano necessarie ulteriori ricerche a causa del numero esiguo di studi che si è occupato della loro analisi [69, 77, 78]). Alcuni aspetti però, ne sconsigliano l'utilizzo come unici test per inquadrare il paziente: prima di tutto analizzano solo le anomalie che si possono presentare durante il movimento di flessione anteriore del tronco e ritorno da questo alla stazione eretta, mentre i test speciali propongono movimenti più complessi e funzionali; in più questi ultimi, in virtù delle prove individuate, potrebbero anche rappresentare un ponte per il trattamento, cosa più difficile per i primi.

L'utilizzo di test in batteria si è rivelata una tecnica con un margine di errore più ampio e capace di ottenere valori più elevati di riproducibilità, fornendo quindi una maggiore fiducia nelle decisioni cliniche (come confermato oltre che dai movimenti aberranti, anche dalle *CPR* [77]).

Considerato, però, che 4 batterie su 5 sono state indagate solo da un autore, potrebbero essere utili ulteriori ricerche per confermare tali risultati e dare un peso maggiore a queste affermazioni.

Al contrario dei numerosi risultati ottenuti per la riproducibilità inter-operatore, sembra che non ci sia altrettanto interesse per quella intra-esaminatore: probabilmente perché i test oggetto di studio, vengono indagati al fine di essere utilizzati come strumenti di misura in studi clinici (randomizzati controllati o multicentrici), dove ad applicarli sono quasi sempre almeno 2 ricercatori. In un ambulatorio fisioterapico privato, dove questi test possono rappresentare sia delle misure di outcome che un ponte per il trattamento, sarebbe utile per il clinico, disporre di informazioni circa la riproducibilità intra-esaminatore, dato che i pazienti sono generalmente seguiti sempre dallo stesso fisioterapista.

Ad ogni modo, la sintesi dei risultati, lascia trasparire che osservare l'alterazione di controllo motorio nei pazienti con NSLBP, sia possibile attraverso semplici test, con un buon grado di accordo tra diversi operatori.

Considerazioni Interessanti poi, inerenti diversi parametri che in letteratura vengono spesso accostati alla valutazione del MCI, possono essere tratte dagli studi inclusi.

Per esempio, è stato visto come la riproducibilità calcolata sulla base della fatica percepita durante l'esecuzione del test [72, 79], sia uguale o anche maggiore rispetto a quella ottenuta da una valutazione fornita dall'esaminatore.

Ciò indica la concreta possibilità di tenere conto di questo aspetto durante la somministrazione dei test speciali per decretarne la positività. Non hanno ottenuto, invece, buoni punteggi di riproducibilità la valutazione del pattern respiratorio e l'utilizzo di tecniche palpatorie manuali per misurare la contrazione muscolare e il movimento che ne deriva. La prima ha mostrato valori solo modesti-moderati [72], probabilmente a causa dell'esperienza necessaria all'operatore per somministrarla. Le tecniche che prevedevano una palpazione manuale hanno mostrato una riproducibilità bassa [73], in linea con i risultati di ricerche precedenti [88]. Si tratta, infatti, di una valutazione generalmente riconosciuta come poco accurata, a causa del fattore confondente legato allo spessore dei tessuti cutanei e sottocutanei. **Considerando l'interesse che viene rivolto al pattern respiratorio nei pazienti con LBP e più in generale nei disturbi muscolo scheletrici, implementare la capacità palpatoria e osservativa del clinico con l'ausilio di strumenti più accurati (EMG o ultrasuoni, per esempio) potrebbe essere la sola strategia per ottenere una valutazione riproducibile durante l'esecuzione del test.**

Oltre alla riproducibilità, un aspetto importante di questa revisione riguarda l'individuazione dei test sottoposti ad analisi di accuratezza diagnostica.

Rispetto alla riproducibilità inter-esaminatore, così come per la intra- anche la validità non è stata una proprietà psicometrica particolarmente indagata fino ad ora in letteratura: infatti, ciascun test è stato studiato al massimo da un autore solo.

I test analizzati hanno mostrato che:

- la maggior parte di essi è in grado di distinguere soggetti con LBP dai soggetti sani (*KLAT*, *BKFO* e *Instability catch*) [78, 83]; in generale quindi non hanno il potere di fornire nessuna informazione aggiuntiva rispetto a quelle che possono scaturire dall'anamnesi;
- Sono risultati positivi un numero di soggetti maggiore con LBP cronico (*Batteria di Luomajoki et al., 2008*) [82], dicendoci che ci potrebbe essere una relazione di proporzione tra la durata dei sintomi e il deficit di controllo motorio presente;

- Sono risultati positivi in un numero maggiore di pazienti con storia di LBP rispetto a soggetti sani (*DEV* e *AMS*) [78], indicando la possibilità che questo tipo di deficit possa persistere nel tempo nonostante la risoluzione della sintomatologia. Si può pensare che, in un soggetto con storia di LBP, la presenza di un'alterazione del controllo motorio lombo-pelvico possa portare ad un sovraccarico meccanico di alcune strutture nella colonna, favorendo l'insorgenza di recidive.

Il sistema di classificazione di O'Sullivan [45] descritto nell'introduzione, fornisce uno spunto di riflessione verso la possibilità di validazione di sottogruppi di pazienti con caratteristiche simili all'interno della popolazione con NSLBP per far fronte alla multidimensionalità della patologia; dalla sintesi degli studi sulla validità effettuata in questa revisione, emerge la necessità di indirizzare la ricerca verso procedure diagnostiche per identificare tali sotto-gruppi ed eventualmente sottocategorie ad essi associati (come le ipotesi sulla presenza di pattern direzionali legate al sottogruppo MCI). Qualcosa, in questa direzione sembra muoversi, ma allo stato attuale, la ricerca può essere considerata ancora in fase embrionale, soprattutto per il sottogruppo MCI; uno degli studi inclusi nella revisione [81], per esempio, ha analizzato nello specifico soggetti con un *passive extension pattern*, ipotizzando di poterli individuare attraverso lo 'Standing back extension test' tra altri soggetti con LBP ma i risultati ottenuti non sono stati così soddisfacenti (ipotizziamo per il fatto che abbiano utilizzato solo un outcome surrogato come la contrazione del TrA attraverso la misurazione del suo spessore per valutare il controllo motorio del tratto lombo-pelvico).

Dal punto di vista metodologico, il limite più importante che gli studi di validità hanno dovuto affrontare riguarda l'assenza di un reference standard con cui confrontarsi. Considerando che i test speciali per il MCI valutano il movimento, un modo per rendere la valutazione il più oggettiva possibile potrebbe essere quella di utilizzare strumenti di motion capture attraverso l'utilizzo di marker posizionati sui punti di repere chiave per il movimento richiesto, stabilendo dei valori di riferimento con cui confrontare l'interpretazione dei test clinici.

CONSISTENZA CON ALTRI STUDI

I risultati di questa revisione contribuiscono ad aggiungere informazioni rispetto ad altre 2 revisioni simili. La prima di Carlsson [64] ha limitato la ricerca focalizzandosi solo sulla riproducibilità come proprietà psicometrica degli studi da indagare, ed è stata pubblicata nel 2013 (ma la ricerca nelle banche dati è aggiornata al mese di ottobre 2011): in confronto ad essa, la presente revisione ha l'obiettivo di fornire una valutazione più ad ampio spettro dei test che mirano ad individuare un'alterazione del controllo motorio in pazienti con LBP. La seconda, quella di Denteneer [64], non si focalizza sul MCI ma tra i suoi obiettivi vi è anche quello di individuare un'instabilità funzionale della colonna lombare (LSI); in più anch'essa inserisce solo la riproducibilità inter e intra-esaminatore.

DISCUSSIONI (Obiettivo 2)

Fino ad ora, numerose revisioni sistematiche si sono poste l'obiettivo di indagare l'efficacia dei Motor Control Exercise in pazienti con NSLBP, sotto - classificandoli attraverso la stadiazione temporale.

La scelta rigorosa di selezionare i pazienti attraverso test di controllo motorio, deriva dal fatto che in letteratura numerosi studi indagano l'efficacia dei MCE utilizzando come outcome principale l'attivazione o lo spessore della muscolatura del tronco (TrA e Multifido) attraverso l'utilizzo di apparecchiature elettromedicali come EMG, Ecografia o sistemi di motion capture, considerati dal nostro punto di vista poco fruibile in pratica clinica.

La necessità di sotto - classificare pazienti con NSLBP attraverso test specifici per MCI deriva dal fatto che nella comune pratica clinica i test possono rappresentare sia una misura di outcome che un ponte per il trattamento rendendo l'inquadramento diagnostico e terapeutico più immediato.

Dalla presente revisione emerge che gli studi che rispondono al quesito clinico proposto sono sostanzialmente 4 RCT, i quali manifestano una chiara eterogeneità negli outcome indagati, nella posologia di somministrazione degli esercizi, frequenza delle sedute e numero di sessioni di trattamento, i quali possono costituire fattori confondenti che creano una distorsione della stima di efficacia. Rispetto agli esercizi proposti, è stata riscontrata una discreta coerenza tra i diversi studi analizzati, soprattutto per quanto riguarda la prima fase di trattamento volta a correggere il pattern di movimento disfunzionale riscontrato nei test.

Tuttavia, va sottolineato che un ulteriore elemento distorsivo sugli outcome, potrebbe essere legato alla progressione del trattamento, dettato dal fatto che i MCE in 3 studi su 4 progrediscono verso esercizi funzionali e di rinforzo muscolare globale per aumentare la capacità di carico dei tessuti, avvicinandosi a quelli che comunemente possono essere considerati esercizi generici.

Un solo studio afferma l'efficacia dei MCE ma non può essere ritenuto attendibile data l'esiguità del campione, la giovane età dei partecipanti (23.5 ± 2.5 - MCE / 23.7 ± 3.2 - stretching), la mancanza di follow up a lungo termine, il fatto che valuti solo uno

specifico pattern di MCI e alla tipologia di somministrazione per la maggior parte in autonomia, incorrendo nel rischio di sovrastimare gli effetti dei MCE.

Tutti gli altri studi non ne confermano l'efficacia nel breve periodo rispetto ad altri trattamenti, mentre nell'unico studio dove viene effettuato il follow up a 12 mesi, i ricercatori sostengono che nonostante non abbia raggiunto una differenza significativa rispetto al controllo, i benefici dei MCE + terapia manuale sono stati mantenuti nel tempo.

Questa affermazione potrebbe fornire qualche indicazione mettendo in luce l'aspetto cognitivo alla base dei MCE, della presa di coscienza del corpo, del movimento ed un'esperienza positiva del movimento senza dolore.

Una recente revisione Sistemica (Saragiotto et. al 2016) [61] conclude che gli esercizi di controllo motorio non sono superiori rispetto ad altri esercizi generici e hanno effetti simili alla terapia manuale in pazienti con Low Back Pain cronico.

La nostra revisione trova accordo con quanto detto da Saragiotto et al. 2016, poiché nonostante in questa revisione si sia cercato di selezionare i pazienti, la scarsità degli studi presenti in letteratura, l'esiguità del campione, i limiti nella modalità di reclutamento dei partecipanti, la mancanza di follow - up per tutti gli studi nel lungo periodo e l'eterogeneità della posologia di trattamento, non hanno decretato risposte differenti riguardo l'efficacia degli Esercizi di controllo motorio rispetto ad altre tipologie di trattamento.

Tuttavia, i risultati della presente revisione si riferiscono prettamente ad un follow – up a breve termine ed a pazienti con un quadro prevalentemente sub – acuto, quindi è possibile quindi che alcuni pazienti sia nel gruppo di trattamento che di controllo, siano stati recuperati spontaneamente grazie al decorso positivo del LBP anche nel breve termine.

Perciò è necessario adottare alcune precauzioni nella generalizzazione dei risultati degli studi di ricerca, vista anche la piccola dimensione del campione, poichè nella popolazione generale e al di fuori del contesto di ricerca si potrebbero incontrare realtà differenti.

Visti i risultati comunque favorevoli sia per i gruppi di trattamento che per i gruppi di controllo è probabile che i test siano soggetti ad un problema di validità di fondo risultando precoce sviluppare trattamenti specifici senza aver definito dei sottogruppi

validi. Il problema sarebbe quindi da ricercare nella popolazione oggetto di studio.

Rispetto al trattamento, considerando che gli MCE comportano un alto livello di attenzione sia del paziente che del terapeuta, sarebbe opportuno non introdurre un programma di esercizi domiciliare nelle prime fasi di trattamento, il quale potrebbe comportare una potenziale fonte di *bias* negli outcome, poiché gli esaminatori non sono in grado di monitorare e garantire l'effettiva aderenza a questa parte del piano di trattamento.

Un'ulteriore spiegazione sull'irrilevante differenza negli outcome, legata anche ad un moderato tasso di abbandono in alcuni studi, può derivare dal fatto che nei pazienti risultati positivi ai test MCI, lo scarso controllo lombo pelvico non sia l'unico fattore che contribuisce all'instaurarsi del LBP. Il consiglio è quello di controllare i drop-out negli studi futuri e indagare il ruolo eziologico del MCI nell'insorgenza del LBP.

Inoltre vi è la necessità di migliorare l'impostazione degli studi, soprattutto rispetto al follow up, ritenendo che valutare l'efficacia dei MCE sulla riduzione della sintomatologia e della disabilità esclusivamente nel breve termine sia riduttivo: andrebbero invece indagate le potenzialità a lungo termine considerando la componente cognitiva alla base dei MCE con l'intento di ridurre il tasso di recidive. Come si evince dalle tabelle dei risultati, l'eterogeneità nell'applicazione degli MCE richiede, per le ricerche future, una standardizzazione dei protocolli di esecuzione attraverso una sotto-classificazione basata sull'impairment funzionale piuttosto che sulla stadiazione temporale.

Alla luce dell'analisi effettuata in questa revisione, si ritiene necessaria una maggiore ricerca per sviluppare ulteriormente l'approccio di selezione dei pazienti ed esecuzione del programma di esercizi.

CONCLUSIONI

IMPLICAZIONI PER LA PRATICA CLINICA

- La riproducibilità inter-esaminatore è ben investigata, anche se con modalità molto diverse: il *Waiter's bow*, il *Prone hip extension* e il cluster *Aberrant movement pattern* sono i test che hanno mostrato valori sostanziali di *k value* confermati da almeno uno studio.
- La valutazione palpatoria del pattern respiratorio e della contrazione del trasverso dell'addome, non presentano buoni valori di riproducibilità. Quindi, qualora ne fosse dimostrata l'utilità in termini terapeutici, il clinico dovrebbe avvalersi di un approccio diverso (probabilmente strumentale).
- La riproducibilità intra-esaminatore, invece, non è stata indagata a sufficienza per poter fornire consigli utili alla pratica clinica quotidiana.
- Esiste un lack of evidence relativo alla validità dei test per MCI, che deriva da analisi di accuratezza diagnostica rivolte a discriminare solamente la presenza o meno di LBP nei campioni di studio.
- Solo quando avremo ottenuto valori consistenti rispetto alla riproducibilità, alla validità e alla responsività potremo trarre conclusioni definitive in relazione all'uso clinico e scientifico dei test identificati.
- Gli esercizi di controllo motorio non risultano migliori rispetto ad altre modalità di esercizio o alla terapia manuale nel breve termine se somministrati su di una popolazione selezionata. Non possono, invece, essere tratte conclusioni relative all'efficacia degli MCE nel lungo periodo, vista la mancanza di dati a riguardo. Il possibile fattore confondente sulla stima dell'efficacia di tale proposta di trattamento però, è legato all'incertezza che gravita intorno all'inquadramento diagnostico. Allo stato attuale dell'arte quindi, non è quindi possibile trarre conclusioni definitive circa i benefici della somministrazione degli esercizi di controllo motorio ad una popolazione target.

LIMITI DELLA REVISIONE

- ✓ I processi di individuazione, selezione, valutazione e raccolta dati sono stati effettuati da un solo autore con intervento di un secondo solo in caso di bisogno, invece che da almeno 2 come raccomandato dal PRISMA [65];
- ✓ Mancanza di una valutazione della qualità metodologica degli studi inclusi;
- ✓ La ricerca è stata limitata solo ad alcuni database, escludendo Cinhal, rilevante per le professioni sanitarie;
- ✓ L'aver limitato alle lingue italiana e inglese la selezione degli studi, scelta dettata dalle conoscenze degli autori che altrimenti non avrebbero potuto analizzare in maniera idonea gli articoli inclusi;
- ✓ Un limite della revisione deriva dai limiti degli studi inclusi, riguardo alle modalità di conduzione di ogni test: spesso analizzano lo stesso test ma utilizzando criteri di positività/negatività differenti, impedendo, soprattutto quando le ricerche non sono ancora così numerose, di ottenere conclusioni sicure e consistenti;
- ✓ Si segnala anche la mancanza di un protocollo registrato su apposito database.

PUNTI DI FORZA

- ✓ Ricerca della letteratura grigia;
- ✓ Accesso ad alcune riviste a pagamento attraverso la biblioteca universitaria di Unige.

IMPLICAZIONI PER LA RICERCA

Le ricerche future dovrebbero:

- Indagare ulteriormente la riproducibilità intra-esaminatore dei test per l'alterazione del controllo motorio nei pazienti con NSLBP;
- Indicare sottogruppi di pazienti con NSLBP aventi caratteristiche salienti e intercettabili in anamnesi (vedi modello di O'Sullivan) e sviluppare l'analisi dell'accuratezza diagnostica dei test per il controllo motorio in funzione di esse..

- Disegnare studi utili a sotto-categorizzare i pazienti con MCI, un esempio può essere quello di usare i pattern direzionali.
- Identificare un gold standard per valutare l'accuratezza diagnostica dei singoli test rispetto alla variabile movimento che si propongono nella maggior parte dei casi di valutare;
- Mirare ad una standardizzazione dei protocolli per la preparazione, l'esecuzione e la valutazione dei test, in modo da permettere un confronto tra essi e la generalizzazione dei risultati.
- Uniformare la valutazione dell'esecuzione degli MCE, utilizzando strategie più fruibili nella comune pratica clinica legate alla clinical expertise del fisioterapista.
- Inquadrare con solide basi scientifiche i sottogruppi e procedere poi alla creazione di studi di efficacia.

CONFLITTI D'INTERESSI

Gli autori dichiarano l'assenza di conflitti d'interessi. Gli articoli degli studi considerati sono stati ottenuti tramite il sistema di network bibliotecario NILDE, attraverso l'Università degli Studi di Genova.

ALLEGATI

Allegato 1: Modalità di esecuzione dei test diagnostici inclusi



WAITER'S BOW / STANDING BOW (SB)

Esecuzione: In stazione eretta, flettere le anche senza muovere la colonna lombare.

A: Corretto

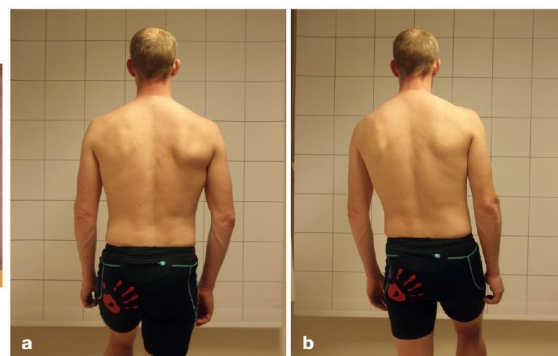
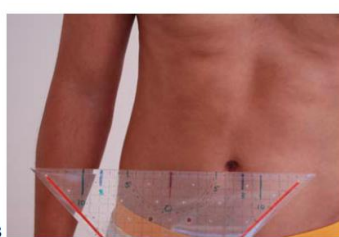
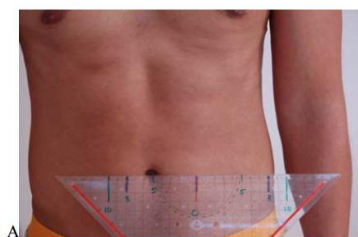
B: Non corretto

PELVIC TILT

Esecuzione: In stazione eretta, muovere attivamente il bacino in retroversione con conseguente flessione del tratto lombare, mantenendo il tratto toracico della colonna in posizione neutra.

A: Corretto

B: Non corretto



ONE LEG STANCE / TRENDELENBURG

Esecuzione: In stazione eretta sollevare un piede da terra e rimanere in carico monopodalico.

Figura di destra: A Corretto, B: Non corretto.



SITTING KNEE EXTENSION

Esecuzione: In posizione seduta con ginocchia flesse a 90°, estendere un ginocchio mantenendo la posizione neutra del tratto lombare.

A: Corretto

B: Non corretto.



ROCKING BACKWARDS

Esecuzione: Dalla posizione quadrupedica con anche e ginocchia flesse a 90°, portare il bacino verso i piedi flettendo le anche fino a 120° mantenendo la posizione neutra della colonna lombare.

A: Corretto

B: Non corretto

ROCKING FORWARDS

Esecuzione: Dalla posizione quadrupedica con anche e ginocchia flesse a 90°, avanzare cranialmente con il bacino trasferendo il peso sugli arti superiori e flettendo le anche fino a 60°, senza estendere la lombare.

A: Corretto

B: Non corretto



PRONE ACTIVE KNEE FLEXION

Esecuzione: In posizione prona, flettere il ginocchio almeno fino a 90°, senza portare in estensione il tratto lombo-pelvico.

A: Corretto

B: Non corretto



CROOK LYING HIP ABDUCTION / BENT KNEE FALL OUT (BKFO)

Esecuzione: Da posizione supina con ginocchia piegate, abduire ed extrarotare l'anca evitando movimenti in rotazione del bacino, mantenendo i piedi sopra al lettino. In Roussel et al., 2009 [74] e Enoch et al., 2011 [76] l'arto inferiore non

coinvolto rimane steso sul lettino.

A: Corretto

B: Non corretto.



REPOSITIONING / JOINT FORWARD LEAN

Esecuzione: Posizione seduta, con gambe fuori dal lettino e piedi sospesi. Partendo dalla posizione neutra lombare, muovere il bacino con movimenti dalla massima antiversione alla massima retroversione, poi recuperare la posizione di partenza.



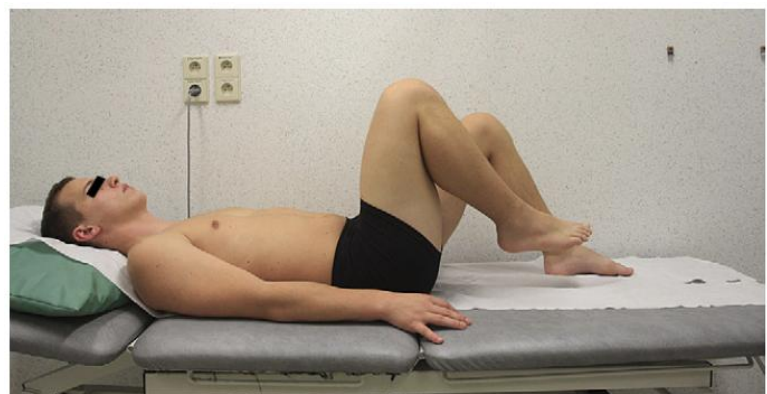
SITTING FORWARD LEAN (SFL)

Esecuzione: Seduto, con supporto sotto i piedi e tratto lombare in posizione neutra. Il paziente muove anteriormente il tronco fino a raggiungere una flessione di anca di 120° mantenendo la posizione neutra della lombare.



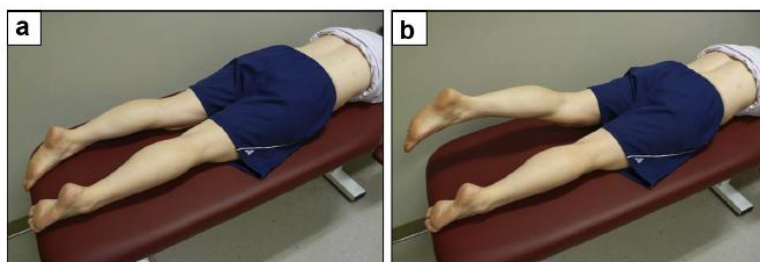
LEG LOWERING

Esecuzione: Paziente supino con anche flex a 90° e ginocchia in max flessione e piedi sollevati dal lettino. Si richiede, con un movimento di retroversione del bacino, di aumentare la pressione all'interno del PBU posizionato dietro la schiena, mantenendola costante durante dei movimenti di estensioni di anca.



KNEE LIFT ABDOMINAL TEST (KLAT)

Esecuzione: Paziente supino con ginocchia piegate e piedi appoggiati al lettino. Sollevare un piede dal lettino attraverso una flessione di anca fino a 90° mantenendo la posizione neutra del tratto lombare.



PRONE HIP EXTENSION (PHE)

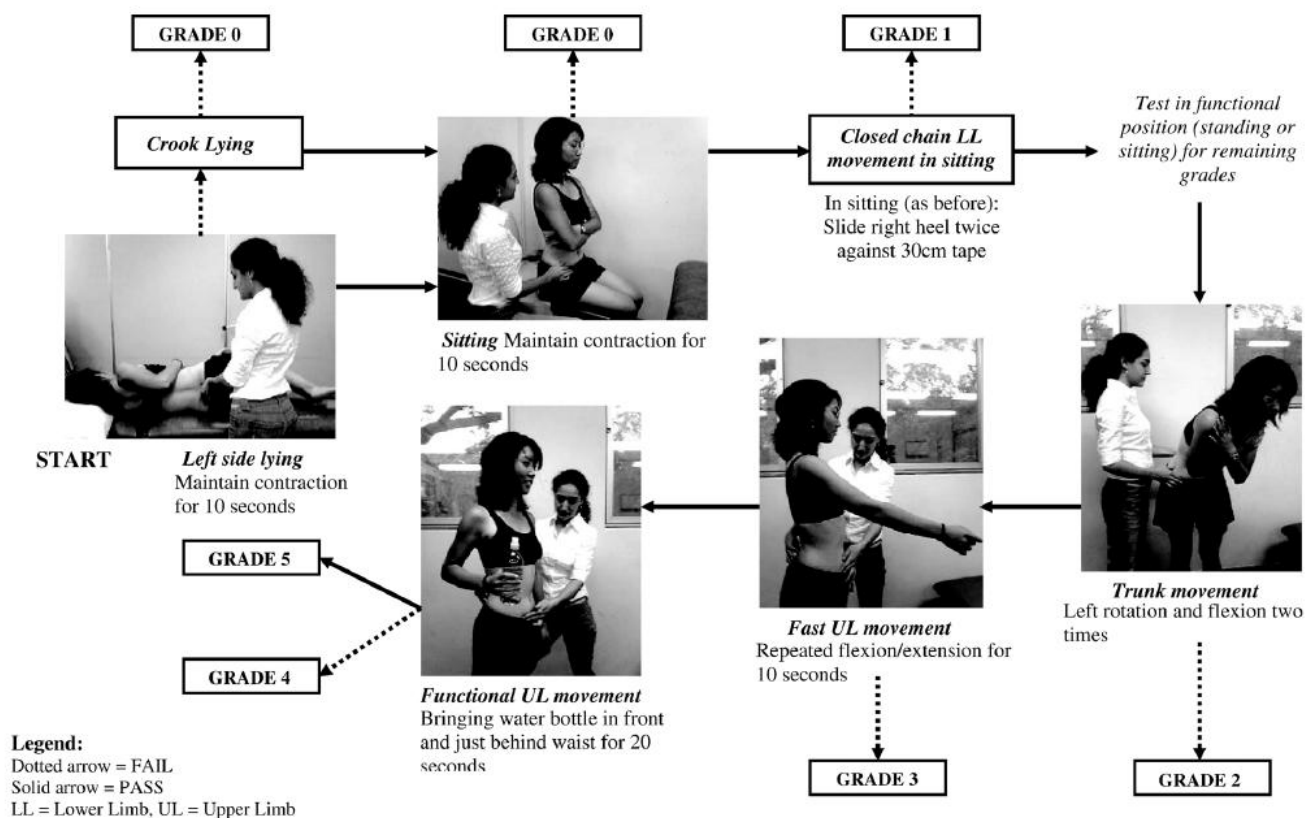
Esecuzione: Dalla posizione prona, estendere l'anca con ginocchio a 0°, fino a sollevare il piede di circa 20 cm. Non usare compensi lombo-pelvici.

A: Partenza

B: Movimento

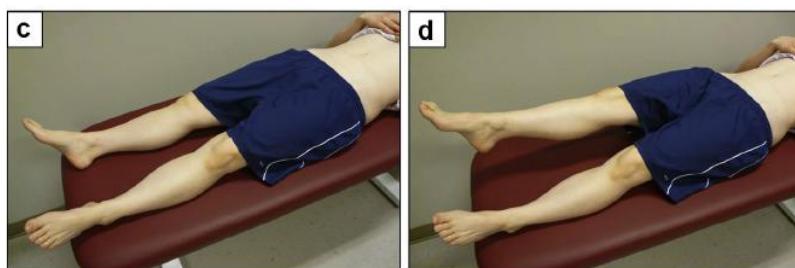
WISBEY-ROTH GRADING SYSTEM

Esecuzione: Chiedere al soggetto di mantenere la contrazione di TrA, multifido e pavimento pelvico nelle posizioni e movimenti mostrati in figura: posizione supina con anche e ginocchia flesse e piedi appoggiati al lettino, seduta con AASS incrociati al petto, da seduto stendere il ginocchio, in stazione eretta ruotare il tronco a sinistra e fletterlo, flettere anteriormente e velocemente l'AS, afferrare una bottiglia d'acqua e portarla davanti a sé, mantenerla per 20 secondi.



ACTIVE STRAIGHT LEG RAISING (ASLR)

Esecuzione: In posizione supina, sollevare il piede dal lettino tenendo il ginocchio steso, fino a 20 cm di altezza e mantenere la posizione per 20 secondi.

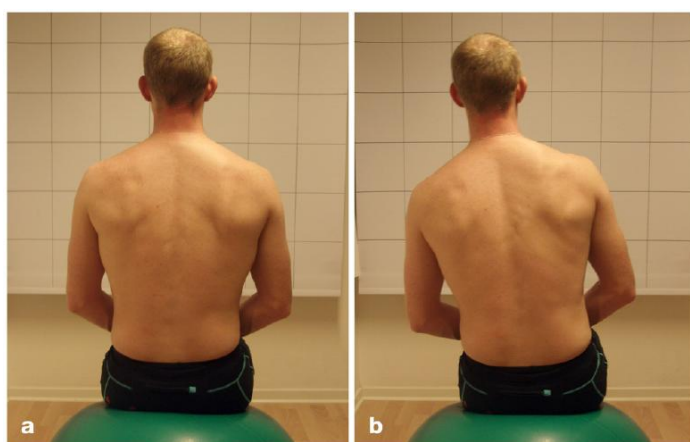
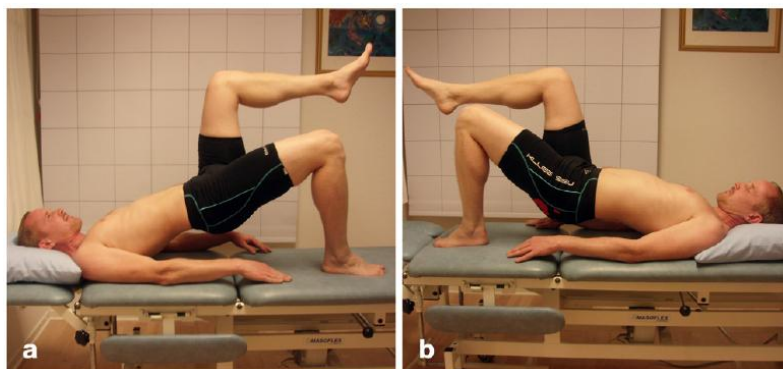


UNILATERAL PELVIC LIFT

Esecuzione: Paziente supino con anche e ginocchia flesse e piedi appoggiati al lettino. Un arto viene sollevato fino a 90° di flex di anca e ginocchio. Viene chiesto di stendere l'anca dell'arto in appoggio fino ad allineare la colonna lombare con la coscia, mantenendo le due SIAS su un piano orizzontale.

A: Corretto

B: Non corretto



SITTING ON A BALL

Esecuzione: Seduto su una palla Bobath, il paziente deve alzare un piede e mantenere la posizione per 20 sec, senza usare compensi di tronco o pelvi.

A: Corretto

B: Non corretto

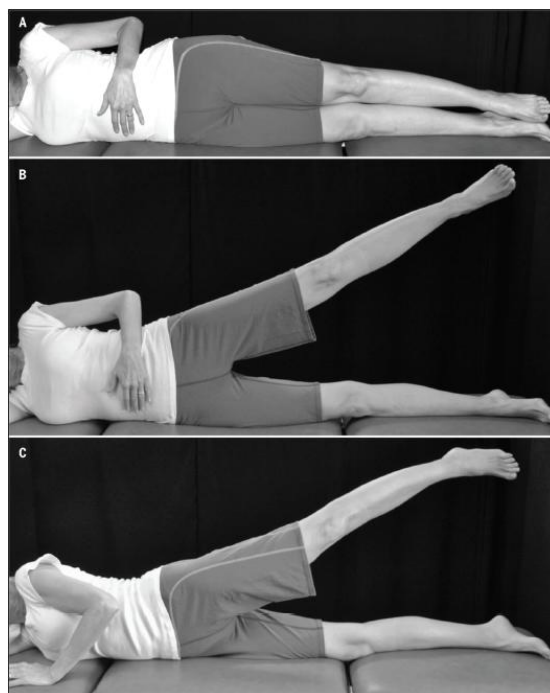
ACTIVE HIP ABDUCTION

Esecuzione: In decubito laterale con anche e ginocchia a 0°. L'arto inferiore in alto viene sollevato tramite un'abduzione attiva dell'anca fino a 45°, senza piegare il ginocchio e mantenendo su piano frontale la pelvi e gli arti inferiori.

A: Partenza

B: Esecuzione corretta

C: Non corretto, perdita dell'allineamento



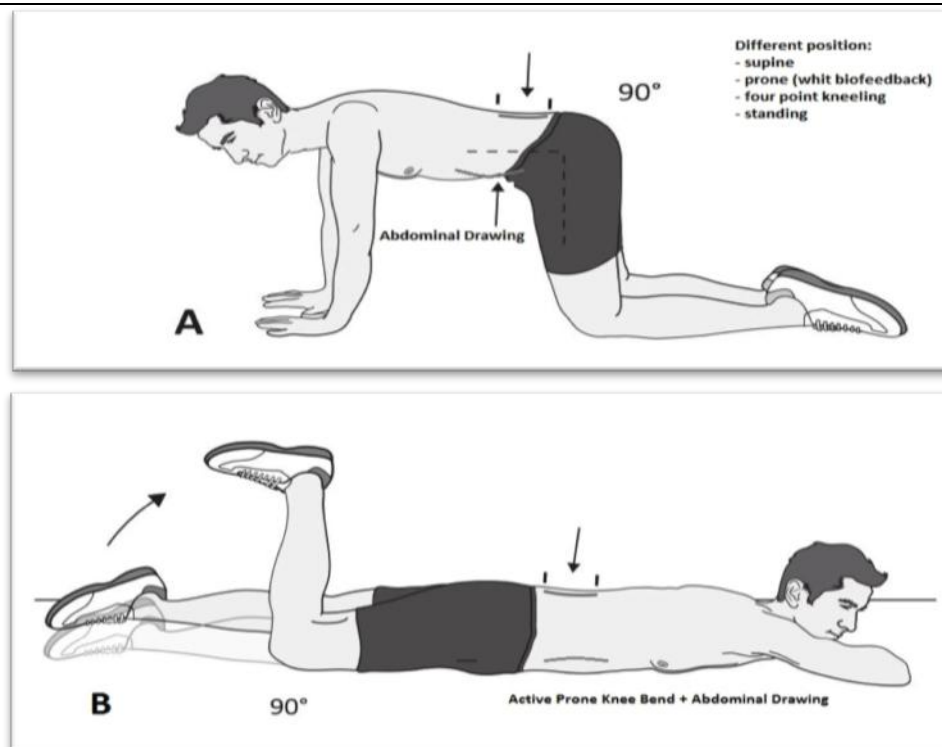
STANDING BACK EXTENSION TEST

Esecuzione: In stazione eretta, appoggiare le mani ai fianchi e portare la colonna lombare in estensione, cercando di limitare per quanto possibile l'avanzamento delle SIAS anteriormente.



Allegato 2: Esercizi di controllo motorio

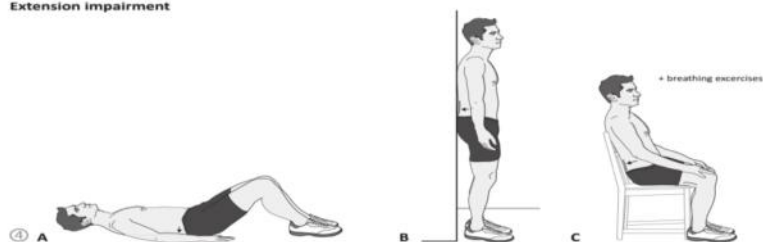
PARK et al. 2016



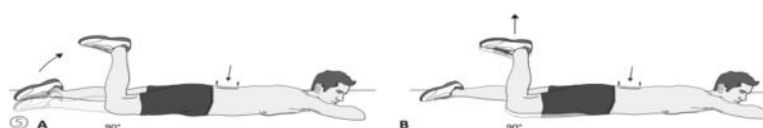
LEHTOLA et al. 2016



Extension impairment



If the "pelvic tilt" is performed incorrectly:
Initially the patient learns to roll back the pelvis in supine. Progression includes standing against a wall with decreasing distance of the heel to the wall. Or sitting in a chair with flexed lumbar spine combined with breathing exercises (specially for patients with an active extension impairment). To be able to tilt the pelvis without bending the knees in free standing is expected. For a longterm standing position the patient learns the position in neutral.



If "prone knee bend" is performed incorrectly:
Initially the patient learns the "neutral" position of the lumbar spine. Bending the knee in prone, bending and lifting the flexed knee lifting with the extended knee are the progressions. This exercise can be progressed to standing with and without support by leaning on hands.

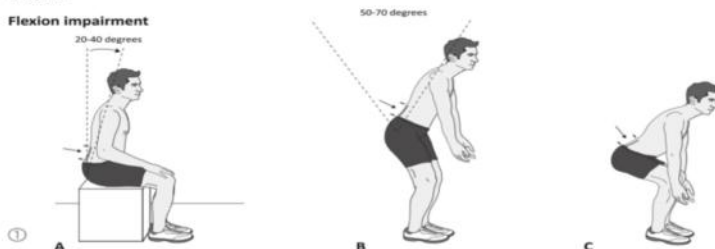


If "rocking forward" is performed incorrectly:
As in all positions the "neutral" positioning in four-point kneeling is the first phase. The trunk is then moved forward along the longitudinal axis. 60 degrees of hip flexion without movement in the lumbar spine is the target.

Exercise procedures for MC treatment

Exercises depend on the initially classified impairment. Home exercises depend on the stage of progression in the physiotherapy treatment and are recommended from several times per day initially to at least twice per week over one year.

Flexion impairment



If "waiter's bow" is incorrectly performed:
The patient is asked to move his upper body forward by flexion of the hip (50 - 70 degrees) without flexion of the lumbar spine. Initially in sitting (alternatively lean on table with hands). As progression change to standing or in combination with squatting. A tape adds proprioceptive input.

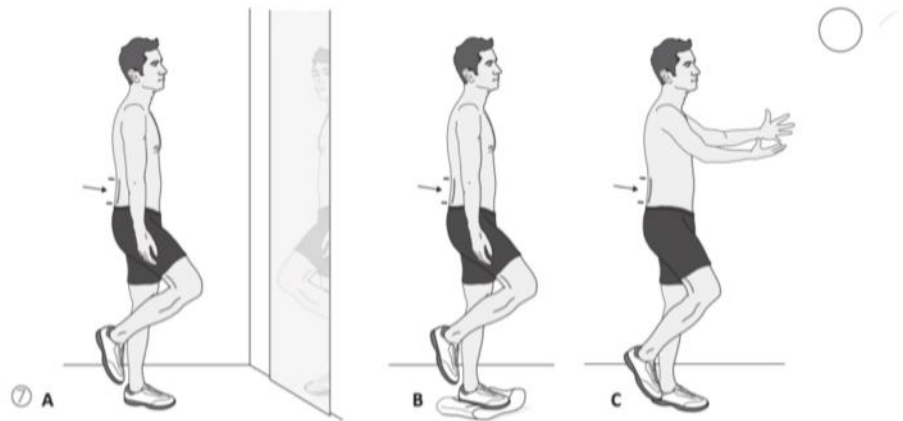


If "sitting straight leg" is incorrectly performed:
The patient learns to find his "neutral" position in sitting. He is asked to straighten one knee, until he notices that the spine wants to move as well.



If "rocking backwards" is incorrectly performed:
Initial positioning in "neutral position" with 90 degree hip flexion and a slightly curved lumbar spine. The patient is then asked to move the pelvis backwards and keep the position of the spine. 120 degrees of hip flexion without movement of the lumbar spine is the expected range.

Frontal plane impairment



If "one leg stance" is performed incorrectly:

Initially the patient is standing in front of a mirror and corrects his trunk position while unloading/lifting one leg. As the patient is able to perform symmetrical movements, the impaired side progresses to single leg exercises on uneven surfaces or combined with dual task performance.

Multidirectional impairment

Patients in this category typically show difficulties of finding a "neutral" lumbar spine position in any condition. Movements which are connected to pain may be exercised primarily. How much support a patient needs is up to the individual performance in the testing procedure.

RABIN et al 2014

LUMBAR STABILIZATION EXERCISE PROGRAM

Exercise or Activity/Criteria for Progression

Description

Stage 1

ADIM in quadruped; 30 repetitions

Following exhalation, the patient tightens the abdominal muscles and draws the belly button up toward the spine, while maintaining a neutral lumbar spine position. The contraction is held for 8 seconds.



ADIM in standing; 30 repetitions

Following exhalation, the patient tightens the abdominal muscles and draws the belly button in toward the spine, while maintaining a neutral lumbar spine position. The contraction is held for 8 seconds.



ADIM in supine; 30 repetitions

Following exhalation, the patient tightens the abdominal muscles and draws the belly button in toward the spine, while maintaining a neutral lumbar spine position. The contraction is held for 8 seconds.



Exercise or Activity/Criteria for Progression	Description	
Stage 2	During stage 2, the patient progresses from one exercise to the next in 4 different positions: supine lying, sidelying, quadruped, and standing.	
Supine ADIM with heel slide; 20 repetitions with each leg	Starting in a hook-lying position, feet flat on the supporting surface, the patient performs an ADIM and slides 1 heel on the supporting surface until the knee is straight. The position is held for 4 seconds, and the leg is returned to the starting position. The movement is repeated, alternating between legs.	
Supine ADIM with leg lift; 20 repetitions with each leg	The patient performs an ADIM and raises 1 foot 10 cm off the supporting surface. The position is held for 4 seconds, and the leg is returned to the starting position.	
Supine ADIM with bridging (2 legs); 30 repetitions	The patient performs an ADIM and raises the buttocks off the supporting surface. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	
Supine ADIM with single-leg bridge; 30 repetitions with each leg	Starting in a hook-lying position, the patient performs an ADIM and straightens 1 knee. The patient then raises the buttocks off the table using the opposite leg. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	

Exercise or Activity/Criteria for Progression	Description	
Stage 2 (continued)		
Supine ADIM with curl-up: 1 (elbows on the table); 30 repetitions	The patient assumes a supine position, with one leg straight and the other leg bent at the knee and hip to maintain a neutral pelvic position (no need to alternate legs). Patient places both hands under the lumbar spine (this also helps to maintain a neutral pelvic and lumbar position). Patient performs an ADIM and raises the head and shoulders off the table. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	
Supine ADIM with curl-up: 2 (elbows off the table); 30 repetitions	The patient assumes a supine position, with one leg straight and the other leg bent at the knee and hip to maintain a neutral pelvic position (no need to alternate legs). Patient places both hands under the lumbar spine (this also helps to maintain a neutral pelvic and lumbar position). Patient performs an ADIM and raises the head and shoulders off the table. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	
Supine ADIM with curl-up: 3 (hands over forehead); 30 repetitions	The patient assumes a supine position, with one leg straight and the other leg bent at the knee and hip to maintain a neutral pelvic position (no need to alternate legs). Patient places both hands over his/her forehead, performs an ADIM, and raises the head and shoulders off the table. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	
Horizontal side support, knees bent; 30 repetitions on each side	The patient performs an ADIM and raises the hips and trunk off the supporting surface. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	

Exercise or Activity/Criteria for Progression	Description	
Stage 2 (continued) Horizontal side support, knees straight; 30 repetitions on each side	The patient performs an ADIM and raises the hips and trunk off the table. The position is held for 8 seconds, and the patient returns to the starting position.	
Horizontal side support, advanced 1; 30 repetitions on each side	The patient performs an ADIM and raises the hips and trunk off the table. The patient then rotates the trunk backward and forward (4 times in each direction), and then returns to the starting position.	
Sidelying horizontal side support, advanced 2; 30 repetitions	The patient performs an ADIM and raises the hips and trunk off the table. The patient then rolls over onto the opposite elbow while maintaining a neutral spine. The patient then rolls back to the starting position.	
Quadruped with leg raise; 30 repetitions with each leg	The patient performs an ADIM and then straightens 1 leg backward, while maintaining a neutral lumbar spine position. The position is held for 8 seconds before returning to the starting position.	

Exercise or Activity/Criteria for Progression	Description	
Stage 2 (continued) Quadruped with contralateral arm and leg raise; 30 repetitions with each arm and leg	The patient performs an ADIM and then straightens 1 leg backward, along with a contralateral arm raise, while maintaining a neutral lumbar position. The position is held for 8 seconds before returning to the starting position.	
Quadruped, advanced; 30 repetitions with each arm and leg	The patient performs an ADIM and then straightens 1 leg back, along with a contralateral arm raise, while maintaining a neutral lumbar position. The position is held for 8 seconds. The patient then lowers the arm and leg without replacing them back on the supporting surface and then straightens the arm and leg back to a horizontal position.	
Standing rowing; 30 repetitions with each arm	The patient performs an ADIM and then pulls a 1- to 1.5-kg weight in a rowing motion until the weight is at chest level. The position is held for 6 seconds, and the patient then returns the weight to the starting position.	

Exercise or Activity/Criteria for Progression	Description	
Stage 2 (continued) Walking: patient progresses to 10 minutes	The patient alternates between performing an ADIM for 8 seconds and relaxing for 10 seconds, while walking.	
Stage 3	The patient continues with the exercises from stage 2 and begins to practice the following functional activities.	
Sit-to-stand transfer; 30 repetitions	The patient sits on a standard chair and performs an ADIM while keeping the spine in a neutral position. The patient then rises to a standing position and then sits back down, while maintaining the lumbar spine in a neutral position.	
Rolling from side to side; 30 repetitions	The patient is in a sidelying position. The patient performs an ADIM and then rolls from one side to the other, while maintaining a neutral position of the lumbar spine. The patient then returns to the starting position.	
Squatting; 30 repetitions	The patient leans against a wall and performs an ADIM. The patient then slides down along the wall until the knees are at a 45° angle, while maintaining a neutral spine position. The position is held for 5 seconds, and the patient returns to the starting position.	
Lifting; 30 repetitions	The patient stands in front of a standard chair. The patient performs an ADIM and then picks up a 2- to 3-kg weight placed on the chair and lifts it to a shelf at shoulder level. The weight is then returned to the chair, and the patient returns to the starting position. The patient maintains a neutral position of the lumbar spine throughout the performance of the activity.	

Exercise or Activity/Criteria for Progression	Description
Stage 3 (continued) Vacuuming, swiping: patient progresses to 3 minutes of continuous activity	The patient performs a vacuuming/swiping motion while performing an ADIM and maintaining a neutral position of the lumbar spine.
Abbreviation: ADIM, abdominal drawing-in maneuver.	

BIBLIOGRAFIA

1. Airaksinen, O., et al., *Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain*. Eur Spine J, 2006. **15 Suppl 2**: p. S192-300.
2. Dagenais, S., J. Caro, and S. Haldeman, *A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally*. Spine J, 2008. **8**(1): p. 8-20.
3. Katz, R.T., *Impairment and disability rating in low back pain*. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2001. **12**(3): p. 681-94.
4. Beith, I.D., et al., *Identifying neuropathic back and leg pain: a cross-sectional study*. Pain, 2011. **152**(7): p. 1511-6.
5. Andersson, G.B., *Epidemiological features of chronic low-back pain*. Lancet, 1999. **354**(9178): p. 581-5.
6. Wong, T.K. and R.Y. Lee, *Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip*. Hum Mov Sci, 2004. **23**(1): p. 21-34.
7. Waddell, G., *Back pain revolution*. Churchill-Livingstone, 2004.
8. Dionne, C.E., et al., *A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies*. Spine (Phila Pa 1976), 2008. **33**(1): p. 95-103.
9. Refshauge, K.M. and C.G. Maher, *Low back pain investigations and prognosis: a review*. Br J Sports Med, 2006. **40**(6): p. 494-8.
10. van Tulder, M., et al., *Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care*. Eur Spine J, 2006. **15 Suppl 2**: p. S169-91.
11. Shiri, R., et al., *The association between obesity and low back pain: a meta-analysis*. Am J Epidemiol, 2010. **171**(2): p. 135-54.
12. Shiri, R., et al., *The association between smoking and low back pain: a meta-analysis*. Am J Med, 2010. **123**(1): p. 87 e7-35.
13. Smeets, R.J., et al., *Do patients with chronic low back pain have a lower level of aerobic fitness than healthy controls?: are pain, disability, fear of injury, working status, or level of leisure time activity associated with the difference in aerobic fitness level?* Spine (Phila Pa 1976), 2006. **31**(1): p. 90-7; discussion 98.
14. Nachemson, A.L., *Work related low back pain treatment outcomes: the experience in Gothenburg, Sweden*. Bull Hosp Jt Dis, 1996. **55**(4): p. 203.
15. LdaC., M.C., et al., *The prognosis of acute and persistent low-back pain: a meta-analysis*. CMAJ, 2012. **184**(11): p. E613-24.
16. Hestbaek, L., C. Leboeuf-Yde, and C. Manniche, *Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations*. Eur Spine J, 2003. **12**(2): p. 149-65.
17. Pengel, L.H., et al., *Acute low back pain: systematic review of its prognosis*. BMJ, 2003. **327**(7410): p. 323.
18. Menezes Costa Lda, C., et al., *Prognosis for patients with chronic low back pain: inception cohort study*. BMJ, 2009. **339**: p. b3829.
19. Schmidhauser, S.E.A., *Economic costs of low back pain in Switzerland. Report for Swiss National Research program NRP 53 "Musculoskeletal Health - chronic pain"*. Winterthur. 2008.
20. Hancock, M.J., et al., *Systematic review of tests to identify the disc, SIJ or facet joint as the source of low back pain*. Eur Spine J, 2007. **16**(10): p. 1539-50.
21. Niemisto, L., et al., *Predictive factors for 1-year outcome of chronic low back pain following manipulation, stabilizing exercises, and physician consultation or physician consultation alone*. J Rehabil Med, 2004. **36**(3): p. 104-9.
22. Niemisto, L., et al., *Cost-effectiveness of combined manipulation, stabilizing exercises, and physician consultation compared to physician consultation alone for chronic low*

- back pain: a prospective randomized trial with 2-year follow-up.* Spine (Phila Pa 1976), 2005. **30**(10): p. 1109-15.
23. Panjabi, M.M., *Clinical spinal instability and low back pain.* J Electromyogr Kinesiol, 2003. **13**(4): p. 371-9.
 24. Fritz, J.M., J.A. Cleland, and J.D. Childs, *Subgrouping patients with low back pain: evolution of a classification approach to physical therapy.* J Orthop Sports Phys Ther, 2007. **37**(6): p. 290-302.
 25. Wand, B.M. and N.E. O'Connell, *Chronic non-specific low back pain - sub-groups or a single mechanism?* BMC Musculoskelet Disord, 2008. **9**: p. 11.
 26. Borkan, J., et al., *Advances in the field of low back pain in primary care: a report from the fourth international forum.* Spine (Phila Pa 1976), 2002. **27**(5): p. E128-32.
 27. Bouter, L.M., M.W. van Tulder, and B.W. Koes, *Methodologic issues in low back pain research in primary care.* Spine (Phila Pa 1976), 1998. **23**(18): p. 2014-20.
 28. Billis, E.V., C.J. McCarthy, and J.A. Oldham, *Subclassification of low back pain: a cross-country comparison.* Eur Spine J, 2007. **16**(7): p. 865-79.
 29. O'Sullivan, P., *Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism.* Man Ther, 2005. **10**(4): p. 242-55.
 30. Panjabi, M.M., *The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis.* J Spinal Disord, 1992. **5**(4): p. 390-6; discussion 397.
 31. Bergmark, A., *Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering.* Acta Orthop Scand Suppl, 1989. **230**: p. 1-54.
 32. Hodges, P.W. and C.A. Richardson, *Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis.* Spine (Phila Pa 1976), 1996. **21**(22): p. 2640-50.
 33. MacDonald, D.A., G.L. Moseley, and P.W. Hodges, *The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs?* Man Ther, 2006. **11**(4): p. 254-63.
 34. Freeman, M.D., M.A. Woodham, and A.W. Woodham, *The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: a review.* PM R, 2010. **2**(2): p. 142-6; quiz 1 p following 167.
 35. Richardson C, J.G., Hodges P, Hides J., *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization. A Motor Control Approach for the Treatment & Prevention of Low Back Pain.* Churchill-Livingstone, 2004.
 36. Hodges, P.W. and C.A. Richardson, *Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles.* Ergonomics, 1997. **40**(11): p. 1220-30.
 37. Hodges, P.W. and C.A. Richardson, *Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb.* J Spinal Disord, 1998. **11**(1): p. 46-56.
 38. Moseley, G.L., P.W. Hodges, and S.C. Gandevia, *Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements.* Spine (Phila Pa 1976), 2002. **27**(2): p. E29-36.
 39. Hides, J., et al., *Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects.* Man Ther, 2008. **13**(1): p. 43-9.
 40. Wallwork, T.L., et al., *The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle.* Man Ther, 2009. **14**(5): p. 496-500.
 41. Huang, Q., et al., *The Evaluation of Chronic Low Back Pain by Determining the Ratio of the Lumbar Multifidus Muscle Cross-sectional Areas of the Unaffected and Affected Sides.* J Phys Ther Sci, 2014. **26**(10): p. 1613-4.
 42. Woodham, M., et al., *Long-term lumbar multifidus muscle atrophy changes documented with magnetic resonance imaging: a case series.* J Radiol Case Rep, 2014. **8**(5): p. 27-34.
 43. Teichtahl, A.J., et al., *Fat infiltration of paraspinal muscles is associated with low back pain, disability, and structural abnormalities in community-based adults.* Spine J, 2015. **15**(7): p. 1593-601.

44. Djordjevic, O., A. Djordjevic, and L. Konstantinovic, *Interrater and intrarater reliability of transverse abdominal and lumbar multifidus muscle thickness in subjects with and without low back pain*. J Orthop Sports Phys Ther, 2014. **44**(12): p. 979-88.
45. O'Sullivan, P.B., *Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management*. Man Ther, 2000. **5**(1): p. 2-12.
46. Solomonow, M., *Sensory-motor control of ligaments and associated neuromuscular disorders*. J Electromyogr Kinesiol, 2006. **16**(6): p. 549-67.
47. King, K., et al., *High magnitude cyclic load triggers inflammatory response in lumbar ligaments*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2009. **24**(10): p. 792-8.
48. Luomajoki, H., *Movement Control Impairment as a Sub-group of Non-specific Low Back Pain*. 2010.
49. Saner, J., et al., *A tailored exercise program versus general exercise for a subgroup of patients with low back pain and movement control impairment: Short-term results of a randomised controlled trial*. J Bodyw Mov Ther, 2016. **20**(1): p. 189-202.
50. Sung, W.A., M.; Plastaras, C.; Silfies, S. P., *Trunk motor control deficits in acute and subacute low back pain are not associated with pain or fear of movement*. Spine J, 2015. **15**(8): p. 1772-82.
51. Macedo, L.G., et al., *Effect of motor control exercises versus graded activity in patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled trial*. Phys Ther, 2012. **92**(3): p. 363-77.
52. Teyhen, D.S., et al., *The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain*. J Orthop Sports Phys Ther, 2005. **35**(6): p. 346-55.
53. Costa, L.O., et al., *Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial*. Phys Ther, 2009. **89**(12): p. 1275-86.
54. Ferreira, M.L., et al., *Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: A randomized trial*. Pain, 2007. **131**(1-2): p. 31-7.
55. O'Sullivan, P.B., et al., *Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis*. Spine (Phila Pa 1976), 1997. **22**(24): p. 2959-67.
56. Kavcic, N., S. Grenier, and S.M. McGill, *Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises*. Spine (Phila Pa 1976), 2004. **29**(11): p. 1254-65.
57. Moseley, G.L., *I can't find it! Distorted body image and tactile dysfunction in patients with chronic back pain*. Pain, 2008. **140**(1): p. 239-43.
58. Solomonow, M., et al., *Neuromuscular neutral zones associated with viscoelastic hysteresis during cyclic lumbar flexion*. Spine (Phila Pa 1976), 2001. **26**(14): p. E314-24.
59. Solomonow, M., et al., *Flexion-relaxation response to static lumbar flexion in males and females*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2003. **18**(4): p. 273-9.
60. Flor, H., et al., *Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients*. Neurosci Lett, 1997. **224**(1): p. 5-8.
61. Saragiotto, B.T., et al., *Motor control exercise for chronic non-specific low-back pain*. Cochrane Database Syst Rev, 2016(1): p. Cd012004.
62. Macedo, L.G., et al., *Motor control exercise for acute non-specific low back pain*. Cochrane Database Syst Rev, 2016. **2**: p. CD012085.
63. Denteneer, L., et al., *Inter- and Intrarater Reliability of Clinical Tests Associated With Functional Lumbar Segmental Instability and Motor Control Impairment in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review*. Arch Phys Med Rehabil, 2017. **98**(1): p. 151-164 e6.
64. Carlsson, H. and E. Rasmussen-Barr, *Clinical screening tests for assessing movement control in non-specific low-back pain. A systematic review of intra- and inter-observer reliability studies*. Man Ther, 2013. **18**(2): p. 103-10.

65. David Moher, A.L., Jennifer Tetzlaff, Douglas G. Altman, The PRISMA Group, *Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: il PRISMA Statement*. Evidence, 2015. **7**(6): p. e1000114.
66. Mokkink, L.B., et al., *The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study*. Qual Life Res, 2010. **19**(4): p. 539-49.
67. Landis, J.R. and G.G. Koch, *The measurement of observer agreement for categorical data*. Biometrics, 1977. **33**(1): p. 159-74.
68. Portney LG, W.M., *Foundations of clinical research: application to practice.*, 2000. **2 Edition**. East Norwalk: p. Appleton Lange.
69. Hicks, G.E.F., J. M.; Delitto, A.; Mishock, J., *Interrater reliability of clinical examination measures for identification of lumbar segmental instability*. Arch Phys Med Rehabil, 2003. **84**(12): p. 1858-64.
70. Murphy, D.R.B., D.; McCarthy, P.; Humphreys, K.; Gregory, A. A.; Rochon, R., *Interexaminer reliability of the hip extension test for suspected impaired motor control of the lumbar spine*. J Manipulative Physiol Ther, 2006. **29**(5): p. 374-7.
71. Luomajoki, H.K., J.; de Bruin, E. D.; Airaksinen, O., *Reliability of movement control tests in the lumbar spine*. BMC Musculoskelet Disord, 2007. **8**: p. 90.
72. Roussel, N.A.N., J.; Truijen, S.; Smeuninx, L.; Stassijns, G., *Low back pain: clinimetric properties of the Trendelenburg test, active straight leg raise test, and breathing pattern during active straight leg raising*. J Manipulative Physiol Ther, 2007. **30**(4): p. 270-8.
73. Sedaghat, N., et al., *The reproducibility of a clinical grading system of motor control in patients with low back pain*. J Manipulative Physiol Ther, 2007. **30**(7): p. 501-8.
74. Roussel, N.A.N., J.; Mottram, S.; Van Moorsel, A.; Truijen, S.; Stassijns, G., *Altered lumbopelvic movement control but not generalized joint hypermobility is associated with increased injury in dancers. A prospective study*. Man Ther, 2009. **14**(6): p. 630-5.
75. Tidstrand, J.H., E., *Inter-rater reliability of three standardized functional tests in patients with low back pain*. BMC Musculoskelet Disord, 2009. **10**: p. 58.
76. Enoch, F.K., P.; Elkjaer, A.; Remvig, L.; Juul-Kristensen, B., *Inter-examiner reproducibility of tests for lumbar motor control*. BMC musculoskeletal disorders. Vol. 12. 2011. 114.
77. Rabin, A., et al., *The interrater reliability of physical examination tests that may predict the outcome or suggest the need for lumbar stabilization exercises*. J Orthop Sports Phys Ther, 2013. **43**(2): p. 83-90.
78. Biely, S.A.S., S. P.; Smith, S. S.; Hicks, G. E., *Clinical observation of standing trunk movements: what do the aberrant movement patterns tell us?* J Orthop Sports Phys Ther, 2014. **44**(4): p. 262-72.
79. Bruno, P.A.G., D. A.; Millar, D. P., *Patient-reported perception of difficulty as a clinical indicator of dysfunctional neuromuscular control during the prone hip extension test and active straight leg raise test*. Man Ther, 2014. **19**(6): p. 602-7.
80. Ohe, A., et al., *Characteristics of trunk control during crook-lying unilateral leg raising in different types of chronic low back pain patients*. Spine (Phila Pa 1976), 2015. **40**(8): p. 550-9.
81. Gondhalekar, G.A.K., S. P.; Eapen, C.; Mahale, A., *Reliability and Validity of Standing Back Extension Test for Detecting Motor Control Impairment in Subjects with Low Back Pain*. J Clin Diagn Res, 2016. **10**(1): p. KC07-11.
82. Luomajoki, H.K., J.; de Bruin, E. D.; Airaksinen, O., *Movement control tests of the low back; evaluation of the difference between patients with low back pain and healthy controls*. BMC Musculoskelet Disord, 2008. **9**: p. 170.
83. Roussel, N.D.K., M.; Schutt, A.; Mottram, S.; Truijen, S.; Nijs, J.; Daenen, L., *Motor control and low back pain in dancers*. International journal of sports medicine, 2013. **34**(2): p. 138-43.

84. Hicks, G.E., et al., *Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program*. Arch Phys Med Rehabil, 2005. **86**(9): p. 1753-62.
85. Lehtola, V., et al., *Sub-classification based specific movement control exercises are superior to general exercise in sub-acute low back pain when both are combined with manual therapy: A randomized controlled trial*. BMC Musculoskelet Disord, 2016. **17**: p. 135.
86. Park, K.N., et al., *Effects of Motor Control Exercise Vs Muscle Stretching Exercise on Reducing Compensatory Lumbopelvic Motions and Low Back Pain: A Randomized Trial*. J Manipulative Physiol Ther, 2016. **39**(8): p. 576-585.
87. Rabin, A., et al., *A clinical prediction rule to identify patients with low back pain who are likely to experience short-term success following lumbar stabilization exercises: a randomized controlled validation study*. J Orthop Sports Phys Ther, 2014. **44**(1): p. 6-B13.
88. Seffinger, M.A., et al., *Reliability of spinal palpation for diagnosis of back and neck pain: a systematic review of the literature*. Spine (Phila Pa 1976), 2004. **29**(19): p. E413-25.