



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. 2022/2023

Campus Universitario di Savona

LBP e strategie motorie

Candidato:

Federico Frison

Relatore:

Prof.ssa Emy Pistola

INDICE

ABSTRACT.....	3
INTRODUZIONE.....	4
MATERIALI E METODI.....	7
RISULTATI.....	9
DISCUSSIONE.....	47
CONCLUSIONI.....	52
BIBLIOGRAFIA.....	53

ABSTRACT

Introduzione: il low back pain è un problema di salute estremamente comune ed è la principale causa di disabilità al mondo. I fattori contribuenti che spesso vengono indagati in letteratura includono fattori cognitivi, psicologici, sociali e biologici. Sappiamo che durante questa problematica si verificano dei cambiamenti motori in relazione al dolore. Questi cambiamenti motori possono essere distinti in adattativi quando favoriscono la guarigione del tessuto nel breve termine o mal adattativi nel caso favoriscano la persistenza della problematica. Lo scopo del presente elaborato è pertanto quello di rilevare le modifiche muscolo-scheletriche, sia in termini articolari, muscolari e di performance, durante task motori, indotte da una problematica di mal di schiena, al fine di permettere la loro precoce individuazione in sede di valutazione funzionale e inserimento negli obiettivi di trattamento del LBP.

Materiali e metodi: La ricerca è stata effettuata su PubMed, includendo studi che rispettassero i seguenti criteri di inclusione: essere scritti in lingua inglese e avere un setup che prevedesse un gruppo sperimentale composto da soggetti con LBP e un gruppo di controllo composto da pazienti sani.

Risultati: sono stati individuati 5519 studi, successivamente analizzati per titolo, abstract e full text, arrivando ad includere 166 studi nella sintesi qualitativa. Gli studi sono poi stati divisi per macro-argomenti e in questa tesi vengono analizzati 91 articoli appartenenti alle categorie cammino, fattori psicosociali, equilibrio e controllo motorio e ROM. Gli studi inclusi sono stati sottoposti al CASP tool per la valutazione del risk of bias. La maggior parte della revisione presenta complessivamente un rischio di bias da moderato a basso.

Conclusioni: Le informazioni che derivano dalla revisione sono limitate dalla vasta eterogeneità degli studi inclusi e dalla difficile attribuzione di un rapporto causa-effetto. È comunque importante inserire la valutazione di controllo motorio, cammino, fattori psicosociali e ROM nella gestione del LBP in quanto questi fattori risultano spesso modificati nei pazienti rispetto ai soggetti sani.

INTRODUZIONE:

In italiano il low back pain (LBP) si traduce con il termine lombalgia ed è definito tramite la localizzazione del dolore, che tipicamente si localizza tra il margine costale inferiore alle creste iliache.(1,2) La presentazione del dolore in quest'area è estremamente variabile e può dipendere da cause conosciute e sconosciute, inoltre il LBP può essere accompagnato da dolore riferito ad una o entrambe le gambe che può arrivare fino al ginocchio.(3)

Il low back pain è un problema di salute enormemente comune ed è la principale causa di disabilità, di limitazione delle attività e di assenteismo dal lavoro in tutto il mondo.(4) L'impatto del LBP sulla qualità della vita è causa di un elevato peso economico sulle persone, sulle industrie e sui governi.(5–7)

Nel 2015 la prevalenza globale di attività limitate dal LBP è stata del 7.3%, ciò implica che in quell'anno circa 540 milioni di persone ne sono state affette.(8)

La stima dell'incidenza del LBP non è semplice siccome è frequente la presentazione di episodi già in età adolescenziale e la ricorrenza dei sintomi, difatti in letteratura troviamo un'enorme quantità di dati sulla prevalenza e molti meno sull'incidenza e sulla remissione.(9–11)

L'incidenza su un anno di persone che hanno avuto il primo episodio assoluto di low back pain varia tra il 6.3% e il 15.4%, mentre l'incidenza su un anno di persone che hanno avuto un episodio di low back pain (che sia il primo o ricorrente) varia dall'1.5% al 36%.(11) Gli studi da cui vengono estrapolati questi valori non tengono in considerazione gli episodi ripetuti nel periodo interessato, per cui potrebbero sottostimare l'incidenza.

La durata del LBP è molto variabile: Van den Hoogen ha trovato che la durata media del dolore a partire da un episodio indice è di 42 giorni, Von Korff ha trovato che la durata media del dolore ad un anno di follow up è di 15.5 giorni in quei pazienti in cui il LBP è durato meno di 3 mesi dalla baseline e 128,5 giorni in quei pazienti in cui il LBP durava dai 3 ai 6 mesi dalla baseline.(12,13) La storia naturale del LBP è quindi estremamente variabile e può durare da pochi giorni a molti anni. Inoltre, comunemente le persone che fanno esperienza di un LBP che limita le attività tendono ad andare incontro a ricorrenza.(14) La remissione è definita come il valore al quale le persone smettono di essere nella determinata condizione. Nella maggior parte dei casi, la vera remissione, intesa come il non ripresentarsi di nessun singolo episodio di LBP, è molto rara; molte persone, inoltre, continuano a presentare sintomi e/o disabilità tra gli episodi. (15–18) Hestbaek et al. hanno trovato che circa il 50% delle persone presenta un nuovo episodio ad un anno, il 60% a due anni e il 70% a cinque anni dal primo episodio di LBP.(18)

Per comodità diagnostica il LBP può essere classificato in base alla durata in:

- Acute LBP: < 4 settimane
- Sub-acute LBP: da 4 settimane a 3 mesi
- Chronic LBP: > 3 mesi

Questo tipo di classificazione (19) è utile da un punto di vista epidemiologico, mentre non risulta particolarmente utile nella pratica clinica poiché non vi è un confine netto tra i vari stadi,(20) e perché diversi studi propongono diverse tempistiche di transizione da una fase all'altra.(21)

Una seconda classificazione, molto più utile da un punto di vista clinico, è quella che si basa sulla eziologia del sintomo. Secondo questo parametro possiamo distinguere cause muscolo-scheletriche, cause sistemiche quali infezioni, tumori, spondiloartropatie infiammatorie o disordini del tessuto connettivo, e condizioni in cui il LBP è un sintomo riferito da un altro quadro patologico spesso di natura viscerale.

All'interno del quadro del LBP di natura muscolo-scheletrica possiamo distinguere la forma di low back pain più comune, la quale viene definita come Non Specific Low Back Pain (NSLBP) in italiano "lombalgia aspecifica" (22), dalla forma specifica di LBP, in cui è possibile riconoscere una causa definita del sintomo, ovvero quando alla base si trova una frattura o una spondilolisi in età evolutiva. Quando la sorgente nocicettiva non può essere individuata, quindi, il LBP prende la denominazione di non specific. Il non specific low back pain è definito come un sintomo per il quale attualmente siamo incapaci di identificare la patologia in modo affidabile.(22) Il LBP può sorgere da uno svariato numero di strutture anatomiche, incluse vertebre, strutture nervose, vasi sanguigni. La difficoltà nell'individuare una causa specifica per il LBP consiste nel fatto che dimostrare la relazione temporale tra danno e sintomo, la relazione dose-risposta (l'esposizione aumentata porta ad un aumento del sintomo), la reversibilità (la rimozione dell'esposizione riduce il sintomo o il rischio del sintomo) è molto complesso. Molti studi che cercano di trarre conclusioni a proposito presentano bias significativi e confondenti.(23,24)

La maggior parte dei test clinici non sono in grado di identificare accuratamente la sorgente del sintomo per la maggior parte dei LBP, poiché molte strutture condividono l'innervazione e riproducono un dolore simile quando stimulate.(3)

Non essendoci test affidabili per l'identificazione della sorgente del dolore, risulta impossibile, attualmente, inquadrare da un punto di vista eziologico e clinico queste sindromi dolorose nella regione lombare, è quindi necessario fare una diagnosi per esclusione di non specific low back pain.

Il low back pain è caratterizzato da una natura multidimensionale in cui fattori di diversa origine predispongono all'insorgenza e al mantenimento del disturbo, difatti nell'ultima decade il modello biopsicosociale è stato applicato come framework per comprendere meglio la complessità della disabilità data dal low back pain rispetto al puro approccio biomedico.(25)

I fattori contribuenti che spesso vengono indagati in letteratura includono fattori cognitivi, psicologici, sociali e biologici.

Considerando i fattori psicologici/cognitivi, è noto che la presenza di fattori come depressione, ansia, catastrofismo, bassa self-efficacy e comportamenti di paura-evitamento in pazienti con LBP, è in grado di influenzare fortemente il decorso del disturbo; inoltre questi fattori sono associati ad un aumentato rischio di sviluppare disabilità, seppure il meccanismo sottostante non sia chiaro.(26–30) Considerando i fattori sociali, invece, la disabilità del low back pain influenza particolarmente la vita sociale delle persone, l'occupazione lavorativa e il tempo libero, aspetti determinanti per l'evoluzione di un disturbo muscoloscheletrico.(31)

Il ruolo delle menomazioni biologiche nel LBP disabilitante non è completamente compreso. Siamo certi del fatto che nei pazienti con LBP si sviluppino modificazioni biologiche/fisiche, poiché sono stati individuati cambiamenti nel trofismo, nella composizione e nella coordinazione dei muscoli che differiscono dai soggetti senza dolore.(32–35) E' quindi ben riconosciuto che nei soggetti con LBP esistono alterazioni del movimento e del controllo motorio, tuttavia queste sono molto variabili e la loro presenza non determina una relazione causa effetto con il LBP.(36–38) È noto che, in seguito alla presenza di dolore, si verificano alcuni cambiamenti nel movimento e nel controllo motorio.(39,40) Infatti, in reazione ad un processo patologico e infiammatorio il corpo mette in atto un'alterazione adattiva del proprio comportamento motorio volta a proteggere la zona. In questa situazione fattori psicologici e cognitivi, come quelli precedentemente descritti, possono modificare il comportamento motorio messo in atto dal paziente, rendendolo maladattivo. (39) Possiamo quindi distinguere due tipi di comportamento motorio in reazione al dolore: adattativo nel caso favorisca la guarigione del tessuto nel breve termine o maladattivo nel caso favorisca la persistenza del dolore. Se da una parte tentare di "normalizzare" i disturbi del movimento, del controllo motorio o la disfunzione dei muscoli spinali potrebbe sembrare inappropriato per via dell'assenza di una base solamente meccanica di questo disturbo e per l'assenza di una chiara relazione di causa effetto tra queste alterazioni e LBP,(41) d'altra parte vi sono prove crescenti che comportamenti motori maladattativi e le menomazioni del controllo motorio sembrano provocare un carico tissutale anomalo che provocato meccanicamente dolore.(42–44) A seguito di un episodio acuto di lombalgia (quando la guarigione dei tessuti normalmente dovrebbe verificarsi),infatti, il comportamento motorio maladattivo in corso fornisce una base per la sensibilizzazione periferica dei nocicettori che porta a uno stato di dolore cronico.(41) Ciò significa che soggetti con questi comportamenti motori necessitano di un intervento fisioterapico specifico diretto a tali impairment muscoloscheletrici e cognitivi.(37,45) Lo scopo del presente elaborato è pertanto quello di rilevare le modifiche muscoloscheletriche, sia in termini articolari, muscolari e di performance, durante task motori, indotte da una problematica di mal di schiena, al fine di permettere la loro precoce individuazione in sede di valutazione funzionale e inserimento negli obiettivi di trattamento del LBP.

MATERIALI E METODI

Strategia di ricerca

La letteratura è stata revisionata al fine di cercare studi che evidenziassero le differenti strategie motorie che utilizzano i pazienti con LBP rispetto ai soggetti sani. A questo scopo è stata elaborata una stringa di ricerca rivolta ad indagare, in soggetti con LBP, quali fossero i range di movimento, l'attività muscolare e le strategie neuromotorie in diversi gesti funzionali. I titoli o gli abstract dovevano contenere termini relativi a uno dei tre aspetti prima citati.

Nell'ottobre 2022 è stata fatta una ricerca sui seguenti database: PubMed.

Non è stato messo alcun limite relativo alla data di pubblicazione.

Inizialmente, tutti i titoli sono stati screenati per pertinenza da 3 revisionatori. Successivamente, la selezione degli abstract è stata fatta nella stessa maniera. Infine gli studi sono stati inclusi od esclusi, valutando i full text rimanenti, sulla base dei criteri di inclusione od esclusione sotto riportati.

Diversità di giudizio su uno stesso studio sono state risolte osservando il numero di pareri relativi all'inclusione o all'esclusione: la presenza di due pareri sull'inclusione determinava l'inclusione dello studio e viceversa.

Criteri di inclusione ed esclusione

Gli studi includibili nello studio dovevano essere scritti in lingua inglese e avere un setup che prevedesse un gruppo sperimentale composto da soggetti con LBP e un gruppo di controllo composto da pazienti sani. Non sono stati inseriti altri limiti sul design di studio ma sono stati esclusi gli studi prognostici, gli studi sui fattori di rischio, su riproducibilità ed affidabilità di test valutativi e studi sull'efficacia di trattamento che esulavano dagli scopi della tesi.

Nel gruppo sperimentale dovevano essere presenti solamente pazienti con diagnosi o caratteristiche del disturbo riconducibili a un "non-specific low back pain". Non è stata inserita, invece, alcuna restrizione rispetto alla durata del LBP (acuto o cronico).

Sono stati esclusi, invece, tutti gli studi che includevano pazienti con diagnosi specifica di LBP (LBP di natura sistemica o da altra patologia; LBP da frattura), pazienti con segni di interessamento radicolare lungo l'arto inferiore, pazienti con precedente operazione chirurgica al rachide, pazienti con LBP indotto sperimentalmente e pazienti che non presentavano LBP al momento dello studio.

Altri criteri di esclusione relativi alla popolazione degli studi analizzati erano l'età (esclusi gli studi che comprendevano pazienti con età maggiore di 65 anni o minore di 18 anni) e la specificità della popolazione: sono stati esclusi gli studi che comprendevano solo pazienti uomini o solo pazienti donne, pazienti appartenenti ad una specifica categoria lavorativa, o ad una specifica categoria sportiva.

Critical appraisal e risk of bias

La qualità degli studi inclusi al termine dell'attività di screening è stata analizzata secondo lo strumento di valutazione CASP checklist (Critical Appraisal Skill Programme). Tale strumento, offrendo differenti checklist specifiche per diverse tipologie di studio, si adatta perfettamente alla presente revisione in cui non sono stati inseriti criteri di inclusione e di esclusione relativi al design di studio. In particolare, è stata utilizzata la CASP Systematic Review checklist per le revisioni sistematiche e la CASP Case Control checklist per gli studi casi controllo.

Gestione ed analisi degli studi

Al termine dell'attività di screening gli studi inclusi sono stati suddivisi in categorie sulla base dell'argomento principale trattato nello studio. Ogni studio incluso poteva rientrare in più di una categoria. Successivamente due revisori si sono spartiti le categorie e individualmente hanno valutato gli studi e confrontato i risultati di ogni categoria al fine di trarre delle conclusioni relative all'argomento specifico del sottogruppo.

RISULTATI

flusso degli studi attraverso la revisione:

La stringa di ricerca ha identificato in letteratura 5519 studi. Di questi, solo 166 sono stati inclusi nello studio al termine dello screening. La flow chart rappresentata in figura 1 mostra tutti i dettagli del processo di screening.

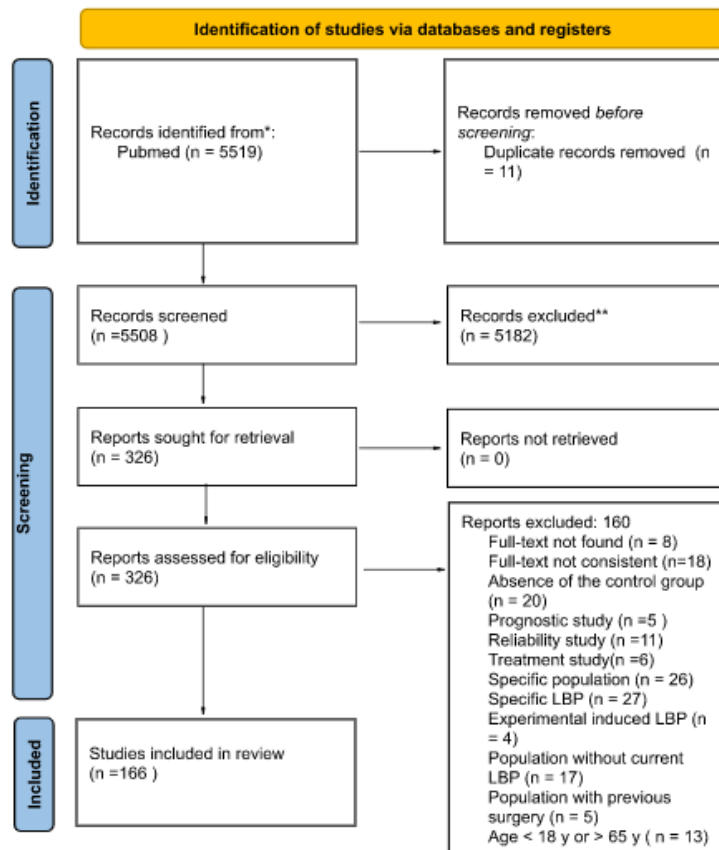


figura 1: flow-chart PRISMA 2020

Tali studi sono stati suddivisi per argomento in 6 differenti sottogruppi: categoria caratteristiche ed attività muscolare; categoria range of motion; categoria reazioni posturali; categoria cammino; categoria cinematica e gesti funzionali; categoria fattori psicosociali; categoria equilibrio e controllo motorio.

Il revisore autore di questo elaborato ha analizzato gli studi appartenenti alle categorie: cammino, fattori psicosociali, equilibrio e controllo motorio e range of motion. Il totale degli studi indagati in questa parte di revisione è 91 articoli.

Critical appraisal e risk of bias:

La valutazione della qualità metodologica, basata sulle CASP Checklists, è stata eseguita per ognuno dei 91 studi. Questi ultimi sono stati suddivisi sulla base del design di studio al fine di poter valutare ogni paper con la migliore checklist disponibile. Questi sono stati suddivisi sulla base del design di studio al fine di poter valutare ogni paper con la checklist più adatta.

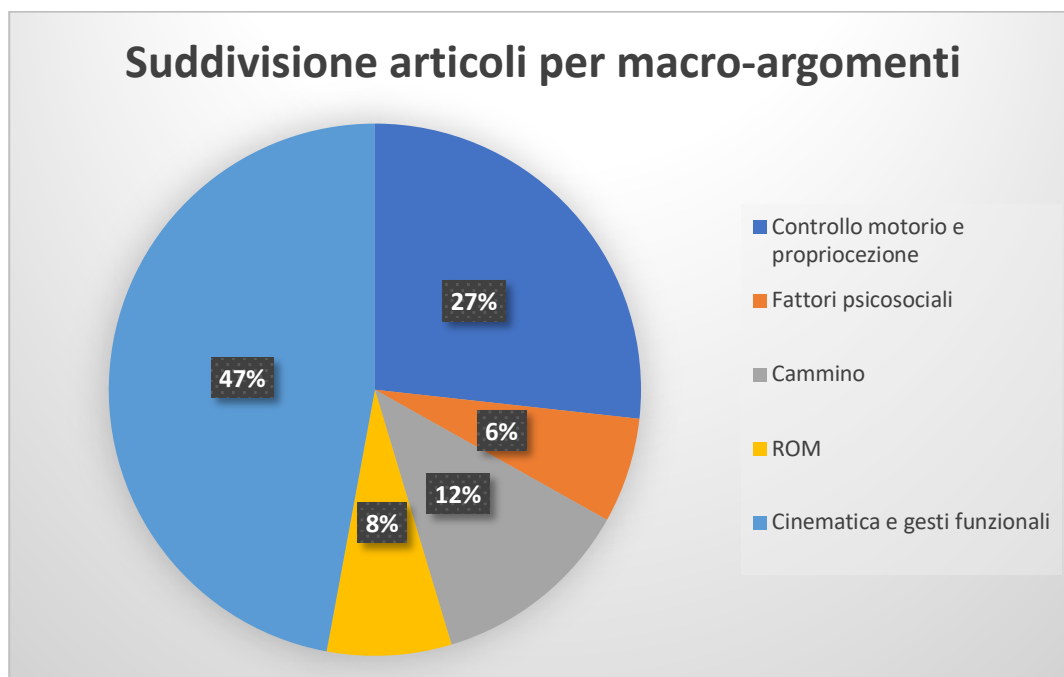
Sintesi dei risultati:

Dei 166 articoli selezionati possiamo notare come ci sia una prevalenza di articoli che parlano di cinematica e gesti funzionali, rappresentando il 47% del totale degli studi.

Controllo motorio e propriocezione rappresentano comunque una fetta importante del lavoro di revisione andando ad occupare il 27% degli studi revisionati.

In letteratura ritroviamo anche una buona parte di articoli sul cammino che vanno ad occupare il 12% del lavoro di revisione.

Fattori psicosociali e articoli sul ROM occupano rispettivamente il 6% e l'8% degli articoli analizzati.



Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP case control checklist categoria: **equilibrio e controllo motorio**

Critical Appraisal Skills Programme	1	2	3	4	5	6a	6b	7	8	9	10	11
STUDIO	Did the study address a clearly focused issue?	Did the authors use an appropriate method to answer their question?	Were the cases recruited in an acceptable way?	Were the controls selected in an acceptable way?	Was the exposure accurately measured to minimise bias	Aside from the experimental intervention, were the groups treated equally	Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis	How large was the treatment effect?	How precise was the estimate of the treatment effect?	Do you believe the results?	Can the results be applied to the local population?	Do the results of this study fit with other available evidence?
Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Miguélez AI, Ceballos-Laita L. Adaptations in pelvis, hip and knee kinematics during gait and muscle extensibility in low back pain patients: A cross-sectional study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020;33(1):49-56. doi: 10.3233/BMR-191528. PMID: 31403939.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Alsufiany MB, Lohman EB, Daher NS, Gang GR, Shallan AI, Jaber HM. Non- specific chronic low back pain and physical activity: A comparison of postural control and hip muscle isometric strength: A cross-sectional study. Medicine (Baltimore). 2020 Jan;99(5):e18544. doi: 10.1097/MD.00000000000018544. PMID: 32000363; PMCID: PMC7004720.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	precise	yes	yes	yes
Sheeran L, Sparkes V, Caterson B, Busse-Morris M, van Deursen R. Spinal position sense and trunk muscle activity during sitting and standing in nonspecific chronic low back pain: classification analysis. Spine (Phila Pa 1976). 2012 Apr 15;37(8):E486-95. doi: 10.1097/BRS.0b013e31823b00ce. PMID: 22024899.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, 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 Dec 24;9:170. doi: 10.1186/1471-2474-9-170. PMID: 19108735; PMCID: PMC2635372.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes

Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. Spine (Phila Pa 1976). 2000 Oct 1;25(19):2488-93. doi: 10.1097/00007632-200010010-00011. PMID: 11013501.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Miyachi R, Sano A, Tanaka N, Tamai M, Miyazaki J. Relationship between lumbar spine motor control ability and perceptual awareness during prone hip extension movement in people with low back pain. J Med Invest. 2022;69(1.2):38-44. doi: 10.2152/jmi.69.38. PMID: 35466144.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Ringheim I, Austein H, Indahl A, Roeleveld K. Postural strategy and trunk muscle activation during prolonged standing in chronic low back pain patients. Gait Posture. 2015 Oct;42(4):584-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.09.008. Epub 2015 Sep 15. PMID: 26404082.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	no	yes
Freddolini M, Strike S, Lee R. Dynamic stability of the trunk during unstable sitting in people with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2014 May 1;39(10):785-90. doi: 10.1097/BRS.0000000000000296. PMID: 24583732.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	Not precise (IC)	yes	Can't tell	yes
Roussel N, Nijs J, Truijten S, Vervecken L, Mottram S, Stassijns G. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study. Eur Spine J. 2009 Jul;18(7):1066-73. doi: 10.1007/s00586-009-1020-y. Epub 2009 May 10. PMID: 19430948; PMCID: PMC2899579.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise	yes	yes	yes
Sung W, Abraham M, Plastaras C, Siffes SP. Trunk motor control deficits in acute and subacute low back pain are not associated with pain or fear of movement. Spine J. 2015 Aug 1;15(8):1772-82. doi: 10.1016/j.spinee.2015.04.010. Epub 2015 Apr 8. PMID: 25862508; PMCID: PMC4516579.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Lee AS, Cholewicki J, Reeves NP, Zazulak BT, Mysliwiec LW. Comparison of trunk proprioception between patients with low back pain and healthy controls. Arch Phys Med Rehabil. 2010 Sep;91(9):1327-31. doi: 10.1016/j.apmr.2010.06.004. PMID: 20801248; PMCID: PMC4896302.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes

Zhang C, Zhang Z, Li Y, Feng C, Meng H, Gao Y, Lo WLA, Wang C. Pain Catastrophizing Is Related to Static Postural Control Impairment in Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. Pain Res Manag. 2020 Oct 28;2020:9629526. doi: 10.1155/2020/9629526. PMID: 33193926; PMCID: PMC7641713.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, Amiri M, Ehsani F. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. J Bodyw Mov Ther. 2018 Jul;22(3):627-631. doi: 10.1016/j.jbmt.2017.10.009. Epub 2017 Oct 25. PMID: 30100288.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	yes	yes
Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. Eur Spine J. 2011 Aug;20(8):1297-303. doi: 10.1007/s00586-010-1686-1. Epub 2011 Jan 20. PMID: 21249507; PMCID: PMC3175847.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Willigenburg NW, Kingma I, van Dieën JH. Precision control of an upright trunk posture in low back pain patients. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012 Nov;27(9):866-71. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.06.002. Epub 2012 Jun 28. PMID: 22748373.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise	yes	no	yes
Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 1998 Dec;28(6):378-83. doi: 10.2519/jospt.1998.28.6.378. PMID: 9836168.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1999 Dec;14(10):710-6. doi: 10.1016/s0268-0033(99)00025-x. PMID: 10545625.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise	yes	yes	yes
Nieto-García J, Suso-Martí L, La Touche R, Grande-Alonso M. Somatosensory and Motor Differences between Physically Active Patients with Chronic Low Back Pain and Asymptomatic Individuals. Medicina (Kaunas). 2019 Aug 23;55(9):524. doi: 10.3390/medicina55090524. PMID: 31450752; PMCID: PMC6780835.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise	yes	yes	yes

Goossens N, Janssens L, Brumagne S. Changes in the Organization of the Secondary Somatosensory Cortex While Processing Lumbar Proprioception and the Relationship With Sensorimotor Control in Low Back Pain. Clin J Pain. 2019 May;35(5):394-406. doi: 10.1097/AJP.0000000000000692. PMID: 30730445.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Wand BM, Di Pietro F, George P, O'Connell NE. Tactile thresholds are preserved yet complex sensory function is impaired over the lumbar spine of chronic non-specific low back pain patients: a preliminary investigation. Physiotherapy. 2010 Dec;96(4):317-23. doi: 10.1016/j.physio.2010.02.005. PMID: 21056167.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	precise	yes	no	yes
Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. Eur Spine J. 2011 Dec;20(12):2152-9. doi: 10.1007/s00586-011-1825-3. Epub 2011 May 1. PMID: 21533851; PMCID: PMC3229729.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Grimstone SK, Hodges PW. Impaired postural compensation for respiration in people with recurrent low back pain. Exp Brain Res. 2003 Jul;151(2):218-24. doi: 10.1007/s00221-003-1433-5. Epub 2003 May 21. PMID: 12759796.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Can't tell	Not significant	Not precise	yes	no	yes
Hodges P, van den Hoorn W, Dawson A, Cholewicki J. Changes in the mechanical properties of the trunk in low back pain may be associated with recurrence. J Biomech. 2009 Jan 5;42(1):61-6. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.10.001. Epub 2008 Dec 4. PMID: 19062020.	yes	yes	yes	yes	can't tell	yes	yes	Significant	precise	yes	no	yes
Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2004 Mar 15;29(6):E107-12. doi: 10.1097/01.brs.0000115134.97854.c9. PMID: 15014284.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
da Silva RA, Vieira ER, Fernandes KBP, Andraus RA, Oliveira MR, Sturion LA, Calderon MG. People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. Disabil Rehabil. 2018 Jun;40(11):1294-1300. doi: 10.1080/09638288.2017.1294627. Epub 2017 Mar 10. PMID: 28282992.	yes	yes	yes	yes	Can't tell	yes	yes	Significant	Not precise	yes	yes	yes

Soliman ES, Shousha TM, Alayat MS. The effect of pain severity on postural stability and dynamic limits of stability in chronic low back pain. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017 Sep 22;30(5):1023-1029. doi: 10.3233/BMR-169588. PMID: 28800302.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	Not precise (IC)	yes	Can't tell	yes
Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Differences in balance strategies between nonspecific chronic low back pain patients and healthy control subjects during unstable sitting. Spine (Phila Pa 1976). 2009 May 15;34(11):1233-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e31819ca3ee. PMID: 19444072.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. Eur Spine J. 2008 Sep;17(9):1177-84. doi: 10.1007/s00586-008-0709-7. Epub 2008 Jul 2. PMID: 18594876; PMCID: PMC2527415.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
O'Sullivan K, Verschueren S, Van Hoof W, Ertanir F, Martens L, Dankaerts W. Lumbar repositioning error in sitting: healthy controls versus people with sitting-related non-specific chronic low back pain (flexion pattern). Man Ther. 2013 Dec;18(6):526-32. doi: 10.1016/j.math.2013.05.005. Epub 2013 Jun 5. PMID: 23756034.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	Can't tell	yes
Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Brumagne S. Altered preparatory pelvic control during the sit-to-stance-to-sit movement in people with non-specific low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2012 Dec;22(6):821-8. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.04.007. Epub 2012 May 16. PMID: 22595702.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Sung PS, Yoon B, Lee DC. Lumbar spine stability for subjects with and without low back pain during one-leg standing test. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Jul 15;35(16):E753-60. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d53b9c. PMID: 20634657.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
van den Hoorn W, Meroni R, Klyne DM, Alshehri MA, Hodges PW. Balance control in unstable sitting in individuals with an acute episode of low back pain. Gait Posture. 2022 Jun;95:15-21. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.03.014. Epub 2022 Mar 24. PMID: 35398705.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes

Jung SH, Hwang UJ, Ahn SH, Kim HA, Kim JH, Kwon OY. Lumbopelvic motor control function between patients with chronic low back pain and healthy controls: a useful distinguishing tool: The STROBE study. Medicine (Baltimore). 2020 Apr;99(15):e19621. doi: 10.1097/MD.00000000000019621. PMID: 32282709; PMCID: PMC7440336.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Caffaro RR, França FJ, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LA, Marques AP. Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: a preliminary case-control study. Eur Spine J. 2014 Apr;23(4):807-13. doi: 10.1007/s00586-014-3243-9. Epub 2014 Feb 26. PMID: 24570125; PMCID: PMC3960445.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	precise	yes	yes	yes
Luomajoki H, Moseley GL. Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls. Br J Sports Med. 2011 Apr;45(5):437-40. doi: 10.1136/bjsm.2009.060731. Epub 2009 Jun 23. PMID: 19553222.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Impaired static postural control correlates to the contraction ability of trunk muscle in young adults with chronic non-specific low back pain: A cross-sectional study. Wang H, Zheng J, Fan Z, Luo Z, Wu Y, Cheng X, Yang J, Zhang S, Yu Q, Lo WLA, Wang C. Gait Posture. 2022 Feb;92:44-50. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.11.021. Epub 2021 Nov 19. PMID: 34823100	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	Can't tell	yes
Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain. Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, Akhbari B, Rad SM, Mazaheri M, Negahben H, Lali P. J Manipulative Physiol Ther. 2014 Mar-Apr;37(3):170-9. doi: 10.1016/j.jmpt.2014.02.003. Epub 2014 Mar 15. PMID: 24636612	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Sensorimotor and body perception assessments of nonspecific chronic low back pain: a cross-sectional study. Meier R, Emch C, Gross-Wolf C, Pfeiffer F, Meichtry A, Schmid A, Luomajoki H. BMC Musculoskelet Disord. 2021 Apr 26;22(1):391. doi: 10.1186/s12891-021-04269-7. PMID: 33902545 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	can't tell	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Mar 1;35(5):583-9. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181b4fe4d. PMID: 20147880	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes

Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1999 Dec;14(10):710-6. doi: 10.1016/s0268-0033(99)00025-x. PMID: 10545625.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise	yes	yes	yes
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----------------	-------------	-----	-----	-----

Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP systematic revision checklist categoria: **equilibrio e controllo motorio**

Critical Appraisal Skills Programme	Did the review address a clearly focused question?	Did the authors look for the right type of papers?	Do you think all the important, relevant studies were included?	Did the review's authors do enough to assess quality of the included studies?	If the results of the review have been combined, was it reasonable to do so?	What are the overall results of the review?	How precise are the results?	Can the results be applied to the local population?	Were all important outcomes considered?	Are the benefits worth the harms and costs?
Korakakis V, O'Sullivan K, Kotsifaki A, Sotiralis Y, Giakas G. Lumbo- pelvic proprioception in sitting is impaired in subgroups of low back pain-But the clinical utility of the differences is unclear. A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2021 Apr 26;16(4):e0250673. doi: 10.1371/journal.pone.0250673. PMID: 33901255; PMCID: PMC8075231.	yes	yes	yes	yes	can't tell	not significant	not precise	yes	yes	yes
Adamczyk W, Luedtke K, Saulicz E. Lumbar Tactile Acuity in Patients With Low Back Pain and Healthy Controls: Systematic Review and Meta-Analysis. Clin J Pain. 2018 Jan;34(1):82-94. doi: 10.1097/AJP.0000000000000499. PMID: 28328700.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes
Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. Eur Spine J. 2011 Mar;20(3):358-68. doi: 10.1007/s00586-010-1543-2. Epub 2010 Aug 19. PMID: 20721676; PMCID: PMC3048236.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes
Knox MF, Chipchase LS, Schabrun SM, Romero RJ, Marshall PWM. Anticipatory and compensatory postural adjustments in people with low back pain: a systematic review and meta-analysis. Spine J. 2018 Oct;18(10):1934-1949. doi: 10.1016/j.spinee.2018.06.008. Epub 2018 Jun 12. PMID: 29906616.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	not precise	yes	yes	yes
Berenshteyn Y, Gibson K, Hackett GC, Trem AB, Wilhelm M. Is standing balance altered in individuals with chronic low back pain? A systematic review. Disabil Rehabil. 2019 Jun;41(13):1514-1523. doi: 10.1080/09638288.2018.1433240. Epub 2018 Jan 30. PMID: 29382241.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	not precise	yes	yes	yes
Ehsani F, Arab AM, Jaberzadeh S. The effect of surface instability on the differential activation of muscle activity in low back pain patients as compared to healthy individuals: A systematic review of the literature and meta-analysis. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017 Aug 3;30(4):649-662. doi: 10.3233/BMR-150361. PMID: 28655122.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes

Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP case control checklist categoria: **fattori psicosociali**

	1	2	3	4	5	6a	6b	7	8	9	10	11
STUDIO	Did the study address a clearly focused issue?	Did the authors use an appropriate method to answer their question?	Were the cases recruited in an acceptable way?	Were the controls selected in an acceptable way?	Was the exposure accurately measured to minimise bias	Aside from the experimental intervention, were the groups treated equally	Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis	How large was the treatment effect?	How precise was the estimate of the treatment effect?	Do you believe the results?	Can the results be applied to the local population?	Do the results of this study fit with other available evidence?
Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Cons Müller T, Pflingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. Clin J Pain. 2015 Oct;31(10):876-85. doi: 10.1097/AJP.000000000000190. PMID: 25503596.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	precise	yes	yes	yes
Pakzad M, Fung J, Preuss R. Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. Gait Posture. 2016 Sep;49:73-77. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.025. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27388960.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Kim SH, Park KN, Kwon OY. Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain: The STROBE study. Medicine (Baltimore). 2017 Oct;96(42):e8250. doi: 10.1097/MD.00000000000008250. PMID: 29049215; PMCID: PMC5662381.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	Not precise (IC)	yes	yes	yes
Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. Lumbar range of motion in chronic low back pain is predicted by task-specific, but not by general measures of pain-related fear. Eur J Pain. 2019 Jul;23(6):1171-1184. doi: 10.1002/ejp.1384. Epub 2019 Mar 11. PMID: 30793429.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Fujii R, Imai R, Tanaka S, Morioka S. Kinematic analysis of movement impaired by generalization of fear of movement-related pain in workers with low back pain. PLoS One. 2021 Sep 17;16(9):e0257231. doi: 10.1371/journal.pone.0257231. PMID: 34534260; PMCID: PMC8448367.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Sung W, Abraham M, Piastaras C, Silfies SP. Trunk motor control deficits in acute and subacute low back pain are not associated with pain or fear of movement. Spine J. 2015 Aug 1;15(8):1772-82. doi: 10.1016/j.spinee.2015.04.010. Epub 2015 Apr 8. PMID: 25862508; PMCID: PMC4516579.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	yes	yes

Zhang C, Zhang Z, Li Y, Feng C, Meng H, Gao Y, Lo WLA, Wang C. Pain Catastrophizing Is Related to Static Postural Control Impairment in Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. Pain Res Manag. 2020 Oct 28;2020:9629526. doi: 10.1155/2020/9629526. PMID: 33193926; PMCID: PMC7641713.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Larivière C, Bilodeau M, Forget R, Vadeboncoeur R, Mecheri H. Poor back muscle endurance is related to pain catastrophizing in patients with chronic low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Oct 15;35(22):E1178-86. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e53334. PMID: 20881658.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Smeets RJ, van Geel KD, Verbunt JA. Is the fear avoidance model associated with the reduced level of aerobic fitness in patients with chronic low back pain? Arch Phys Med Rehabil. 2009 Jan;90(1):109-17. doi: 10.1016/j.apmr.2008.07.009. PMID: 19154837.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	not significant	not precise	yes	Can't tell	yes
Homs AF, Dupeyron A, Torre K. Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. Pain. 2022 Jan 1;163(1):e31-e39. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002303. PMID: 34001770.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Motor performance in chronic low back pain: is there an influence of pain-related cognitions? A pilot study. Kusters D, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ. BMC Musculoskelet Disord. 2011 Sep 27;12:211. doi: 10.1186/1471-2474-12-211. PMID: 21951591 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	Not precise	yes	yes	yes

Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP case control checklist categoria: **cammino**

Critical Appraisal Skills Programme	1	2	3	4	5	6a	6b	7	8	9	10	11
STUDIO	Did the study address a clearly focused issue?	Did the authors use an appropriate method to answer their question?	Were the cases recruited in an acceptable way?	Were the controls selected in an acceptable way?	Was the exposure accurately measured to minimise bias	Aside from the experimental intervention, were the groups treated equally	Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis	How large was the treatment effect?	How precise was the estimate of the treatment effect?	Do you believe the results?	Can the results be applied to the local population?	Do the results of this study fit with other available evidence?
Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Miguélez AI, Ceballos-Laita L. Adaptations in pelvis, hip and knee kinematics during gait and muscle extensibility in low back pain patients: A cross-sectional study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020;33(1):49-56. doi: 10.3233/BMR-191528. PMID: 31403939.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Pakzad M, Fung J, Preuss R. Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. Gait Posture. 2016 Sep;49:73-77. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.025. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27388960.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Kim SH, Park KN, Kwon OY. Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain: The STROBE study. Medicine (Baltimore). 2017 Oct;96(42):e8250. doi: 10.1097/MD.00000000000008250. PMID: 29049215; PMCID: PMC5662381.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Lamoth CJ, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PI, Beek PJ. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. Eur Spine J. 2006 Jan;15(1):23-40. doi: 10.1007/s00586-004-0825-y. Epub 2005 Apr 29. PMID: 15864670; PMCID: PMC3454567.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	Not precise	yes	yes	yes
Taylor N, Goldie P, Evans O. Movements of the pelvis and lumbar spine during walking in people with acute low back pain. Physiother Res Int. 2004;9(2):74-84. doi: 10.1002/pri.304. PMID: 15317422.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	not significant	precise	yes	yes	no

Hines MG, Tillin NA, Luo J, Lee RYW. Passive elastic contribution of hip extensors to joint moments during walking in people with low back pain. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2018 Dec;60:134-140. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.10.012. Epub 2018 Oct 14. PMID: 30355537.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise	yes	Can't tell	yes
Lamoth CJ, Daffertshofer A, Meijer OG, Beek PJ. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. Gait Posture. 2006 Feb;23(2):230-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2005.02.006. PMID: 16399520.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI, van Dieën JH, Levin MF, Beek PJ. Pelvis- thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2002 Feb 15;27(4):E92-9. doi: 10.1097/00007632-200202150-00016. PMID: 11840116.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	not significant	precise	yes	yes	yes
Yazdani S, Dizji E, Alizadeh F, Hassanlouei H. Effect of chronic idiopathic low back pain on the kinetic gait characteristics in different foot masks. J Biomech. 2018 Oct 5;79:243-247. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.08.013. Epub 2018 Aug 22. PMID: 30195850.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Homs AF, Dupeyron A, Torre K. Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. Pain. 2022 Jan 1;163(1):e31-e39. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002303. PMID: 34001770.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Buraschi R, Pollet J, Villafañe JH, Piovaneli B, Negrini S. Temporal and kinematic analyses of timed up and go test in chronic low back pain patients. Gait Posture. 2022 Jul;96:137-142. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.05.027. Epub 2022 May 26. PMID: 35635989.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	precise	yes	yes	yes
Ebrahimi S, Kamali F, Razeghi M, Haghpanah SA. Comparison of the trunk- pelvis and lower extremities sagittal plane inter-segmental coordination and variability during walking in persons with and without chronic low back pain. Hum Mov Sci. 2017 Apr;52:55-66. doi: 10.1016/j.humov.2017.01.004. Epub 2017 Jan 21. PMID: 28119210.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Ryan CG, Grant PM, Dall PM, Gray H, Newton M, Granat MH. Individuals with chronic low back pain have a lower level, and an altered pattern, of physical activity compared with matched controls: an observational study. Aust J Physiother. 2009;55(1):53-8. doi: 10.1016/s0004-9514(09)70061-3. PMID: 19226242.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Changes in Trunk Variability and Stability of Gait in Patients with Chronic Low Back Pain: Impact of Laboratory	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes

versus Daily-Living Environments. Nishi Y, Shigetoh H, Fujii R, Osumi M, Morioka S. J Pain Res. 2021 Jun 10;14:1675-1686. doi: 10.2147/JPR.S310775. eCollection 2021. PMID: 34140804 Free PMC article.												
Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain. van den Hoorn W, Bruijn SM, Meijer OG, Hodges PW, van Dieën JH. J Biomech. 2012 Jan 10;45(2):342-7. doi: 10.1016/j.jbiomech.2011.10.024. Epub 2011 Nov 10. PMID: 22078275 Clinical Trial.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	yes	yes
Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain. Lamoth CJ, Stins JF, Pont M, Kerckhoff F, Beek PJ. J Neuroeng Rehabil. 2008 Apr 25;5:13. doi: 10.1186/1743-0003-5-13. PMID: 18439264 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Effects of sudden walking perturbations on neuromuscular reflex activity and three-dimensional motion of the trunk in healthy controls and back pain symptomatic subjects. Mueller J, Engel T, Mueller S, Stoll J, Baur H, Mayer F. PLoS One. 2017 Mar 20;12(3):e0174034. doi: 10.1371/journal.pone.0174034. eCollection 2017. PMID: 28319133 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Non-specific chronic low back pain elicits kinematic and neuromuscular changes in walking and gait termination. Rum L, Brasiliano P, Vannozzi G, Laudani L, Macaluso A. Gait Posture. 2021 Feb;84:238-244. doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.12.005. Epub 2020 Dec 28. PMID: 33383534	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes

Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP systematic revision checklist categoria: **cammino**

Critical Appraisal Skills Programme	Did the review address a clearly focused question?	Did the authors look for the right type of papers?	Do you think all the important, relevant studies were included?	Did the review's authors do enough to assess quality of the included studies?	If the results of the review have been combined, was it reasonable to do so?	What are the overall results of the review?	How precise are the results?	Can the results be applied to the local population?	Were all important outcomes considered?	Are the benefits worth the harms and costs?
Smith JA, Stabbert H, Bagwell JJ, Teng HL, Wade V, Lee SP. Do people with low back pain walk differently? A systematic review and meta-analysis. J Sport Health Sci. 2022 Jul;11(4):450-465. doi: 10.1016/j.jshs.2022.02.001. Epub 2022 Feb 10. PMID: 35151908; PMCID: PMC9338341.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes
Chronic Non-specific Low Back Pain and Motor Control During Gait. Koch C, Hänsel F. Front Psychol. 2018 Nov 23;9:2236. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02236. eCollection 2018. PMID: 30532718 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	not precise	yes	yes	yes
Trunk muscles activation pattern during walking in subjects with and without chronic low back pain: a systematic review. Ghamkhar L, Kahlaee AH. PM R. 2015 May;7(5):519-26. doi: 10.1016/j.pmrj.2015.01.013. Epub 2015 Jan 26. PMID: 25633636 Review.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes

Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP case control checklist categoria: **ROM**

Critical Appraisal Skills Programme	1	2	3	4	5	6a	6b	7	8	9	10	11
STUDIO	Did the study address a clearly focused issue?	Did the authors use an appropriate method to answer their question?	Were the cases recruited in an acceptable way?	Were the controls selected in an acceptable way?	Was the exposure accurately measured to minimise bias	Aside from the experimental intervention, were the groups treated equally	Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis	How large was the treatment effect?	How precise was the estimate of the treatment effect?	Do you believe the results?	Can the results be applied to the local population?	Do the results of this study fit with other available evidence?
Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Cons Müller T, Pflingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. Clin J Pain. 2015 Oct;31(10):876-85. doi: 10.1097/AJP.0000000000000190. PMID: 25503596.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	precise	yes	yes	yes
Rose-Dulcina K, Genevay S, Dominguez D, Armand S, Vuillerme N. Flexion- Relaxation Ratio Asymmetry and Its Relation With Trunk Lateral ROM in Individuals With and Without Chronic Nonspecific Low Back Pain. Spine (Phila Pa 1976). 2020 Jan 1;45(1):E1-E9. doi: 10.1097/BRS.0000000000003196. PMID: 31415455.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. Lumbar range of motion in chronic low back pain is predicted by task-specific, but not by general measures of pain-related fear. Eur J Pain. 2019 Jul;23(6):1171-1184. doi: 10.1002/ejp.1384. Epub 2019 Mar 11. PMID: 30793429.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	no
Kulig K, Powers CM, Landel RF, Chen H, Fredericson M, Guillet M, Butts K. Segmental lumbar mobility in individuals with low back pain: in vivo assessment during manual and self-imposed motion using dynamic MRI. BMC Musculoskelet Disord. 2007 Jan 29;8:8. doi: 10.1186/1471-2474-8-8. PMID: 17261197; PMCID: PMC1794409.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Levangie PK. The association between static pelvic asymmetry and low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1999 Jun 15;24(12):1234-42. doi: 10.1097/00007632-199906150-00011. PMID: 10382251.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Not significant	Not precise (IC)	yes	yes	yes

Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: a comparison with standing. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Spine (Phila Pa 1976). 2006 Mar 1;31(5):E135-43. doi: 10.1097/01.brs.0000201325.89493.5f. PMID: 16508537	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Effects of pelvic skeletal asymmetry on trunk movement: three-dimensional analysis in healthy individuals versus patients with mechanical low back pain. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Spine (Phila Pa 1976). 2006 Feb 1;31(3):E71-9. doi: 10.1097/01.brs.0000197665.93559.04. PMID: 16449891	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	precise	yes	yes	yes
Effect of knee and hip position on hip extension range of motion in individuals with and without low back pain. Van Dillen LR, McDonnell MK, Fleming DA, Sahrman SA. J Orthop Sports Phys Ther. 2000 Jun;30(6):307-16. doi: 10.2519/jospt.2000.30.6.307. PMID: 10871142	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	Significant	Not precise (IC)	yes	yes	yes

Di seguito vengono visualizzate le tabelle degli articoli sottoposti a valutazione CASP systematic revision checklist categoria: **ROM**

Critical Appraisal Skills Programme	Did the review address a clearly focused question?	Did the authors look for the right type of papers?	Do you think all the important, relevant studies were included?	Did the review's authors do enough to assess quality of the included studies?	If the results of the review have been combined, was it reasonable to do so?	What are the overall results of the review?	How precise are the results?	Can the results be applied to the local population?	Were all important outcomes considered?	Are the benefits worth the harms and costs?
Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. BMC Musculoskelet Disord. 2014 Jul 10;15:229. doi: 10.1186/1471-2474-15-229. PMID: 25012528 Free PMC article. Review.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes
Avman MA, Osmotherly PG, Snodgrass S, Rivett DA. Is there an association between hip range of motion and nonspecific low back pain? A systematic review. Musculoskelet Sci Pract. 2019 Jul;42:38-51. doi: 10.1016/j.msksp.2019.03.002. Epub 2019 Mar 30. PMID: 31030110.	yes	yes	yes	yes	can't tell	not significant	not precise	yes	yes	yes
Sadeghisani M, Manshadi FD, Kalantari KK, Rahimi A, Namnik N, Karimi MT, Oskouei AE. Correlation between Hip Rotation Range-of-Motion Impairment and Low Back Pain. A Literature Review. Ortop Traumatol Rehabil. 2015 Oct;17(5):455-62. doi: 10.5604/15093492.1186813. PMID: 26751745.	yes	yes	yes	yes	can't tell	significant	precise	yes	yes	yes

Categoria equilibrio e controllo motorio:

46 studi inclusi di cui 40 studi osservazionali e 6 revisioni sistematiche sono stati inseriti nella categoria equilibrio e controllo motorio.

All'interno della stessa categoria sono state identificate delle sottocategorie sulla base dell'area di controllo motorio indagata:

- Studi che indagano principalmente la capacità di riposizionamento e l'equilibrio (46-61)
- Studi che indagano le relazioni tra controllo motorio e respirazione (62-63)
- Studi che indagano le differenze di strategie di controllo motorio tra soggetti con e senza LBP (64-87)
- Studi che indagano l'acuità tattile (88-91)

I ritrovati delle varie sottocategorie verranno discussi in seguito nella fase di discussione di tesi.

I risultati di ogni studio sono riportati nella tabella seguente:

STUDIO	AUTORE E ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI	TIPOLOGIA E DURATA LBP	RISULTATI	CONCLUSIONI
Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Miguélez AI, Ceballos-Laita L. Adaptations in pelvis, hip and knee kinematics during gait and muscle extensibility in low back pain patients: A cross-sectional study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020;33(1):49-56. doi: 10.3233/BMR-191528. PMID: 31403939.	Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Miguélez AI, Ceballos-Laita L. 2020	cross-sectional case control study	20 sani vs 20 lbp	LBP non specifico che persiste da almeno tre mesi	Il gruppo LBP ha mostrato una minore estensibilità muscolare nel test di Ober modificato, un aumento del tilt pelvico e dell'angolo di valgismo del ginocchio, una minore escursione di movimento dell'anca in estensione durante la fase di stance. Sono state individuate differenze significative tra il lato dominante e non dominante nel gruppo LBP.	Gli outcomes dello studio hanno dimostrato che i pazienti con LBP hanno un aumento del tilt pelvico, dell'angolo di valgismo di ginocchio e una diminuzione della quantità di movimento in estensione d'anca durante il cammino se comparati a soggetti asintomatici.
Alsufiani MB, Lohman EB, Daher NS, Gang GR, Shallah AI, Jaber HM. Non-specific chronic low back pain and physical activity: A comparison of postural control and hip muscle isometric strength: A cross-sectional study. Medicine (Baltimore). 2020 Jan;99(5):e18544. doi: 10.1097/MD.00000000000018544. PMID: 32000363; PMCID: PMC7004720.	Alsufiani MB, Lohman EB, Daher NS, Gang GR, Shallah AI, Jaber HM. 2020	Cross-sectional study	24 soggetti sani e 24 soggetti con NSCLBP, ogni gruppo consiste in 12 maschi e 12 femmine	Presenza di LBP con un valore di almeno 3/10 sulla NPRS (numeric pain rating scale) per una durata maggiore ai tre mesi	Il controllo posturale ad occhi chiusi diminuisce rispetto quello ad occhi aperti in entrambi i gruppi healthy e LBP ma in particolare, gli individui con LBP inattivi hanno un controllo statico decisamente peggiore rispetto agli individui sani inattivi. Non sono state evidenziate differenze tra gli arti o differenze di sesso. Non sono state trovate differenze significative tra individui con NSCLBP e gruppo di controllo.	Il controllo posturale non varia molto tra individui attivi con e senza LBP mentre varia tra soggetti inattivi con e senza LBP. In generale i soggetti inattivi hanno un peggior controllo posturale se comparati ai soggetti attivi. Non è possibile però definire un rapporto di causa effetto da questo studio ricordando che esistono altri fattori che influenzano il controllo posturale come il dolore, la kinesiophobia e l'adottare strategie alternative di movimento.
Ehsani F, Arab AM, Jaberzadeh S. The effect of surface instability on the differential activation of muscle activity in low back pain patients as compared to healthy individuals: A systematic review of the literature and meta-analysis. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017 Aug 3;30(4):649-662. doi: 10.3233/BMR-150361. PMID: 28655122.	Ehsani F, Arab AM, Jaberzadeh S. 2017	Cross-sectional study	38 pazienti sani e 90 pazienti con LBP	LBP per un minimo di 12 settimane (NSCLBP)	I soggetti con NSCLBP presentano una maggiore attività muscolare degli addominali se comparata ai soggetti sani.	Sono state individuate delle differenze tra i vari sottogruppi di pazienti con NSCLBP ma non in tutti i parametri di controllo della colonna. I soggetti con NSCLBP hanno dimostrato una peggiore capacità di riposizionamento spinale e un'attività muscolare addominale maggiore rispetto ai soggetti sani.
Sheeran L, Sparkes V, Caterson B, Busse-Morris M, van Deursen R. Spinal position sense and trunk muscle activity during sitting and standing in nonspecific chronic low back pain: classification analysis. Spine (Phila Pa 1976). 2012 Apr 15;37(8):E486-95. doi: 10.1097/BRS.0b013e31823b00ce. PMID: 22024899.	Sheeran L, Sparkes V, Caterson B, Busse-Morris M, van Deursen R. 2012	cross-sectional study	35 sani vs 90 lbp	CNSLBP	Indipendentemente dalla sottoclassificazione, i pazienti con NSCLBP hanno prodotto una grandezza e una variabilità dell'errore significativamente maggiori rispetto ai controlli asintomatici, ma sono state rilevate differenze di sottogruppo nella direzione dell'errore. Non sono state identificate differenze di sottogruppo nell'attività muscolare del tronco. Sebbene entrambi i sottogruppi abbiano prodotto un'attività addominale significativamente più elevata, la sottoclassificazione ha rivelato differenze nell'attività del multifido superficiale durante la stazione eretta, con il gruppo del pattern in flessione che ha prodotto un'attività significativamente maggiore rispetto ai controlli asintomatici.	I sottogruppi di NSCLBP presentavano deficit di posizione spinale neutra simili per quanto riguarda l'entità e la variabilità dell'errore, ma la sottoclassificazione ha rivelato chiare differenze tra i sottogruppi nella direzione del deficit. L'attivazione dei muscoli del tronco si è dimostrata ampiamente non discriminante tra i sottogruppi, con l'eccezione del multifido lombare superficiale.
Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, 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 Dec 24;9:170. doi: 10.1186/1471-2474-9-170. PMID: 19108735; PMCID: PMC2635372.	Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, Airaksinen O. 2008	case control study	102 sani vs 108 lbp	acute, subacute and chronic lbp	In media, i pazienti con lombalgia avevano 2,21 (95%CI 1,94-2,48) test positivi e i controlli sani 0,75 (95%CI 0,55-0,95). La dimensione dell'effetto era $d = 1,18$ ($p < 0,001$). C'era una differenza significativa tra pazienti acuti e cronici ($p < 0,01$) e tra gruppi di pazienti subacuti e cronici ($p < 0,03$), ma non tra gruppi di pazienti acuti e subacuti ($p > 0,7$).	Questo è il primo studio che dimostra una differenza significativa tra i pazienti con lombalgia e i soggetti senza lombalgia per quanto riguarda la capacità di controllare attivamente i movimenti della schiena bassa. La dimensione dell'effetto tra i pazienti con lombalgia e i controlli sani nel controllo dei movimenti è grande.
Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. Spine (Phila Pa 1976). 2000 Oct 1;25(19):2488-93. doi: 10.1097/00007632-200010010-00011. PMID: 11013501.	Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN 2000	cross-sectional study	20 sani vs 20 lbp	chronic lbp	L'errore di riposizionamento nei pazienti con lombalgia era significativamente più alto di quello dei soggetti di controllo in flessione e significativamente più basso di quello dei soggetti di controllo in estensione.	L'aumento dell'errore di riposizionamento dei pazienti con lombalgia durante la flessione implica la perdita di alcuni aspetti della propriocezione nei pazienti con lombalgia. La diminuzione dell'errore di riposizionamento dei pazienti con lombalgia in estensione non è facilmente spiegabile, ma potrebbe essere causata da una maggiore attivazione dei meccanorecettori nelle articolazioni delle faccette.
Miyachi R, Sano A, Tanaka N, Tamai M, Miyazaki J. Relationship between lumbar spine motor control ability and perceptual awareness during prone hip extension movement in people with low back pain. J Med Invest. 2022;69(1.2):38-44. doi: 10.2152/jmi.69.38. PMID: 35466144.	Miyachi R, Sano A, Tanaka N, Tamai M, Miyazaki J. 2022	cross-sectional study	58 sani vs 20 lbp	LBP da almeno 3 mesi	L'MCA (motor control ability) del gruppo LBP era superiore a quello del gruppo non LBP in movimento sul piano sagittale. Inoltre, la consapevolezza percettiva era correlata negativamente con l'MCA sul piano sagittale della colonna lombare.	I soggetti affetti da LBP presentavano MCA della colonna lombare e dell'articolazione dell'anca più elevati rispetto a quelli senza LBP. La consapevolezza percettiva era associata alla MCA della colonna lombare e dell'articolazione dell'anca nelle persone con LBP.

Ringheim I, Austein H, Indahl A, Roeleveld K. Postural strategy and trunk muscle activation during prolonged standing in chronic low back pain patients. Gait Posture. 2015 Oct;42(4):584-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.09.008. Epub 2015 Sep 15. PMID: 26404082.	Ringheim I, Austein H, Indahl A, Roeleveld K. 2015	case control study	21 sani vs 17 lbp	chronic lbp	Durante la stazione eretta prolungata, i pazienti affetti da cLBP hanno effettuato un numero significativamente maggiore di spostamenti del peso corporeo ($p < .01$) con una maggiore attivazione dei muscoli dorsali e addominali ($p = .01$) e una simile variabilità temporale nell'attivazione muscolare rispetto agli HC, mentre i pazienti affetti da cLBP hanno riferito più dolore e sforzo percepito alla fine della stazione eretta prolungata. Inoltre, entrambi i gruppi hanno registrato un cambiamento simile nella forza, nell'oscillazione posturale, nella RE e nella FRR da prima a dopo la stazione eretta prolungata, mentre i cambiamenti negli HC si sono avvicinati ai valori precedenti alla stazione eretta dei pazienti con cLBP.	Quindi, nonostante una strategia posturale più variabile, i pazienti affetti da cLBP non presentavano una maggiore variabilità dell'attivazione muscolare, ma un aumento generale del livello di attivazione muscolare. Ciò potrebbe indicare una ridotta capacità di disattivare individualmente i muscoli del tronco. È plausibile che, grazie alla maggiore variabilità della strategia posturale, i pazienti affetti da cLBP abbiano potuto compensare il livello di attivazione muscolare relativamente elevato, con conseguente variazione normale dell'attivazione muscolare e riduzione normale di forza, RE e FRR dopo la stazione eretta prolungata.
Berenshteyn Y, Gibson K, Hackett GC, Trem AB, Wilhelm M. Is standing balance altered in individuals with chronic low back pain? A systematic review. Disabil Rehabil. 2019 Jun;41(13):1514-1523. doi: 10.1080/09638288.2018.1433240. Epub 2018 Jan 30. PMID: 29382241.	Berenshteyn Y, Gibson K, Hackett GC, Trem AB, Wilhelm M. 2019	systematic review		chronic lbp	Nove articoli sono stati inclusi in questa revisione. I punteggi di qualità variavano da 5/8 a 8/8. Sebbene le misure del centro di pressione non fossero omogenee, i soggetti con lombalgia cronica avevano prestazioni complessivamente inferiori rispetto ai controlli sani. Nonostante le incongruenze nella significatività statistica, le dimensioni degli effetti erano spesso grandi, il che indica una mancanza di potenza sufficiente negli studi inclusi. I dati sono stati riportati in modo insufficiente in alcuni studi, limitando la possibilità di un confronto diretto tra gli studi.	I risultati suggeriscono che l'equilibrio è compromesso nei soggetti con lombalgia cronica rispetto ai soggetti sani. Implicazioni per la riabilitazione L'equilibrio statico è compromesso nei soggetti affetti da lombalgia cronica. I soggetti affetti da lombalgia cronica dovrebbero essere sottoposti a valutazioni dell'equilibrio. I risultati delle valutazioni dell'equilibrio dovrebbero essere utilizzati per indicare le aree di miglioramento e aiutare a guidare il corso del trattamento, oltre che per rivalutarlo con il progredire del trattamento.
Freddolini M, Strike S, Lee R. Dynamic stability of the trunk during unstable sitting in people with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2014 May 1;39(10):785-90. doi: 10.1097/BRS.0000000000000296. PMID: 24583732.	Freddolini M, Strike S, Lee R. 2014	cross-sectional study	31 sani vs 23 lbp	lbp	L'analisi cinematica ha mostrato che l'ampiezza di movimento dell'anca è aumentata mentre l'angolo di movimento della colonna vertebrale è diminuito nei partecipanti con LBP per entrambi gli angoli di inclinazione ($P < 0,05$). Non ci sono state differenze significative tra i due gruppi di soggetti per quanto riguarda il tempo necessario a ritrovare l'equilibrio, la frequenza naturale e il rapporto di smorzamento dell'equazione cinematica. Le lordosi lombari sono diminuite significativamente nel gruppo LBP.	I partecipanti con LBP hanno mostrato adattamenti posturali e di movimento del tronco che sembrano essere strategie di compensazione per diminuire il rischio di ulteriori lesioni e di aggravamento dei sintomi, ma la loro capacità di recuperare l'equilibrio non è stata influenzata dalla LBP. I medici dovrebbero incoraggiare i pazienti con LBP a rimanere attivi anche quando provano dolore.
Roussel N, Nijs J, Truijen S, Vervecken L, Mottram S, Stassijns G. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study. Eur Spine J. 2009 Jul;18(7):1066-73. doi: 10.1007/s00586-009-1020-y. Epub 2009 May 10. PMID: 19430948; PMCID: PMC2899579.	Roussel N, Nijs J, Truijen S, Vervecken L, Mottram S, Stassijns G. 2009	cross-sectional study	10 sani vs 10 lbp	chronic lbp	A riposo, non sono state riscontrate differenze significative tra i modelli di respirazione dei pazienti e dei soggetti sani ($P > 0,05$). Al contrario, nei pazienti affetti da LBP cronica sono stati osservati pattern respiratori significativamente più alterati durante i test di controllo motorio ($P = 0,01$).	I cambiamenti nel pattern respiratorio durante i test di controllo motorio non erano correlati alla gravità del dolore ($P > 0,01$), ma erano correlati alla disfunzione del controllo motorio ($P = 0,01$).
Sung W, Abraham M, Plastaras C, Silfies SP. Trunk motor control deficits in acute and subacute low back pain are not associated with pain or fear of movement. Spine J. 2015 Aug 1;15(8):1772-82. doi: 10.1016/j.spinee.2015.04.010. Epub 2015 Apr 8. PMID: 25862508; PMCID: PMC4516579.	Sung W, Abraham M, Plastaras C, Silfies SP. 2015	cross sectional study	33 sani vs 33 lbp	lbp acuto e subacuto	Il controllo posturale dei pazienti nella condizione di occhi chiusi ($p=.02$) e la precisione del movimento ($p=.04$) erano significativamente compromessi rispetto ai controlli sani	I pazienti con identificazione clinica di MCI del tronco hanno dimostrato una riduzione del controllo motorio del tronco, suggerendo che le alterazioni della propriocezione, dell'output motorio o dell'elaborazione centrale si verificano nelle prime fasi dell'episodio di mal di schiena.
Knox MF, Chipchase LS, Schabrun SM, Romero RJ, Marshall PWM. Anticipatory and compensatory postural adjustments in people with low back pain: a systematic review and meta-analysis. Spine J. 2018 Oct;18(10):1934-1949. doi: 10.1016/j.spinee.2018.06.008. Epub 2018 Jun 12. PMID: 29906616.	Knox MF, Chipchase LS, Schabrun SM, Romero RJ, Marshall PWM. 2018	systematic review and meta-analysis		lbp acuto, subacuto e cronico	Sono stati inclusi 27 studi, la maggior parte dei quali ha esaminato le insorgenze muscolari in risposta a perturbazioni attese e inattese. Solo due studi hanno confrontato persone con e senza LBP acuto e i risultati di questi studi erano contrastanti. I risultati mostrano un ritardo nell'insorgenza dei muscoli in risposta a perturbazioni attese e inattese nelle persone con LBP cronico rispetto ai controlli sani. Non ci sono prove conclusive di differenze tra persone con e senza LBP cronica per quanto riguarda le risposte COP o cinematiche.	Attualmente non esistono prove convincenti di differenze tra persone con e senza LBP acuta per quanto riguarda gli APA o i CPA. Al contrario, l'insorgenza ritardata dei muscoli nelle persone con LBP cronica suggerisce che gli APA e i CPA sono alterati in questa popolazione. Tuttavia, non si conosce la rilevanza funzionale di queste insorgenze muscolari ritardate (ad esempio, COP e cinematica).

Lee AS, Cholewicki J, Reeves NP, Zazulak BT, Mysliwiec LW. Comparison of trunk proprioception between patients with low back pain and healthy controls. Arch Phys Med Rehabil. 2010 Sep;91(9):1327-31. doi: 10.1016/j.apmr.2010.06.004. PMID: 20801248; PMCID: PMC4896302.	Lee AS, Cholewicki J, Reeves NP, Zazulak BT, Mysliwiec LW. 2010	case control study	24 sani vs 24 lbp	lbp non specifico	I pazienti con LBP avevano una soglia di percezione del movimento significativamente maggiore rispetto ai controlli ($P < .001$) ($1,3 \pm 0,9$ gradi vs $0,8 \pm 0,6$ gradi). Inoltre, tutti i soggetti avevano la soglia di percezione del movimento più alta nel piano trasversale ($P < .001$) ($1,2 \pm 0,7$ gradi vs $1,0 \pm 0,8$ gradi per tutti gli altri piani in media). Non c'è stata alcuna differenza significativa tra i gruppi con LBP e i gruppi di controllo sani nei compiti di riposizionamento. Gli errori nel test di riposizionamento attivo erano significativamente minori rispetto al test di riposizionamento passivo ($P = .032$) ($1,9 \pm 1,2$ gradi vs $2,3 \pm 1,4$ gradi).	Questi risultati suggeriscono che le alterazioni della propriocezione possono essere rilevate nei pazienti con LBP se valutate con una misura di soglia della percezione del movimento.
Zhang C, Zhang Z, Li Y, Feng C, Meng H, Gao Y, Lo WLA, Wang C. Pain Catastrophizing Is Related to Static Postural Control Impairment in Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. Pain Res Manag. 2020 Oct 28;2020:9629526. doi: 10.1155/2020/9629526. PMID: 33193926; PMCID: PMC7641713.	Zhang C, Zhang Z, Li Y, Feng C, Meng H, Gao Y, Lo WLA, Wang C. 2020	cross sectional study	40 sani vs 68 lbp	non specific chronic low back pain	I nostri risultati hanno osservato un'area di oscillazione del COP più grande nel gruppo NSCLBP in condizioni di occhi chiusi ($p < 0,001$) e un livello inferiore di attivazione volontaria del TrA bilaterale ($p < 0,001$), rispetto al gruppo di controllo sano. Le analisi MLR hanno rivelato che l'oscillazione dell'area del COP in condizioni di occhi chiusi era significativamente associata al punteggio PCS/helplessness del PCS, all'attivazione volontaria del TrA sinistro e all'età nei partecipanti con NSCLBP ($\beta = 0,222/0,236, 0,341/0,344$ e $0,328/0,325$; $p = 0,045/0,033, 0,002$ e $0,004$, rispettivamente).	Il controllo posturale statico era associato alla catastrofizzazione del dolore, all'attivazione volontaria del TrA e all'età dei partecipanti con NSCLBP. Ciò indica che la catastrofizzazione del dolore può influenzare il controllo posturale e dovrebbe essere considerata nell'interpretazione dei risultati dei test di equilibrio e nella gestione del NSCLBP.
Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, Amiri M, Ehsani F. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. J Bodyw Mov Ther. 2018 Jul;22(3):627-631. doi: 10.1016/j.jbmt.2017.10.009. Epub 2017 Oct 25. PMID: 30100288.	Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, Amiri M, Ehsani F. 2018	cross-sectional study	20 sani vs 20 lbp	non specific chronic low back pain	I risultati hanno mostrato variazioni di spessore significativamente maggiori nel muscolo RA nei pazienti con CLBP rispetto ai soggetti sani, sia durante la posizione seduta stabile che instabile. Inoltre, sono state osservate variazioni di spessore significativamente inferiori nel muscolo TrA nei soggetti con CLBP rispetto a quelli senza CLBP, durante la posizione seduta instabile.	Nei soggetti con CLBP è stato riscontrato uno squilibrio tra l'attività automatica dei muscoli TrA e RA, rispetto ai controlli senza dolore, durante una posizione seduta instabile. Pertanto, è necessario prestare attenzione all'alterazione dell'attività automatica dei muscoli addominali durante l'utilizzo di una palla svizzera, per la riabilitazione dei soggetti con CLBP.
Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. Eur Spine J. 2011 Mar;20(3):358-68. doi: 10.1007/s00586-010-1543-2. Epub 2010 Aug 19. PMID: 20721676; PMCID: PMC3048236.	Ruhe A, Fejer R, Walker B. 2011	systematic review		non specific lbp	Sedici articoli soddisfacevano i criteri di inclusione. L'eterogeneità dei disegni degli studi ha impedito di raggruppare i dati, per cui è stata condotta solo un'analisi qualitativa dei dati. La maggior parte degli articoli (14/16, 88%) ha concluso che i pazienti con NSLBP presentano un aumento della velocità media del COP e dell'escursione complessiva rispetto ai soggetti sani. Questo è risultato statisticamente significativo nella maggior parte degli studi (11/14, 79%). Nei pazienti con NSLBP è stato osservato anche un aumento dell'oscillazione in direzione anteroposteriore.	I pazienti con NSLBP presentano una maggiore instabilità posturale rispetto ai controlli sani, evidenziata da escursioni COP maggiori e da una velocità media più elevata. La minore stabilità posturale nei pazienti affetti da NSLBP sembra essere associata alla presenza di dolore, ma non sembra essere correlata all'esatta localizzazione e alla durata del dolore. Non è stato possibile individuare alcuna correlazione tra l'intensità del dolore e l'entità delle escursioni del COP.
Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. Eur Spine J. 2011 Aug;20(8):1297-303. doi: 10.1007/s00586-010-1686-1. Epub 2011 Jan 20. PMID: 21249507; PMCID: PMC3175847.	Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. 2011	cross-sectional study	28 sani vs 26 lbp	chronic lbp	Il gruppo di controllo ha dimostrato tempi di tenuta significativamente più lunghi ($T = -2,78, p = 0,007$) rispetto al gruppo LBP ($24,6 \pm 4,2$ s vs. $20,5 \pm 6,7$ s). Per la stabilità cinematica relativa, è stata riscontrata una differenza nel lato di dominanza ($F = 9,91, p = 0,003$). Si è verificata un'interazione di gruppo tra lato ed estremità inferiori ($F = 11,79, p = 0,001$) e un'interazione tra età e lato di dominanza ($F = 7,91, p = 0,007$). La stabilità cinematica relativa aveva una moderata relazione negativa con l'età ($r = -0,60, p = 0,007$) nei soggetti senza LBP.	I clinici devono comprendere gli effetti dell'età e della stabilità relativa, che diminuisce significativamente nel test di mantenimento di una sola gamba, nei soggetti con LBP, al fine di sviluppare strategie riabilitative efficaci.
Willigenburg NW, Kingma I, van Dieën JH. Precision control of an upright trunk posture in low back pain patients. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012 Nov;27(9):866-71. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.06.002. Epub 2012 Jun 28. PMID: 22748373.	Willigenburg NW, Kingma I, van Dieën JH. 2012	cross-sectional study	13 sani vs 18 lbp	lbp non specifico	In condizioni di assenza di vibrazioni muscolari lombari, gli errori di tracciamento erano maggiori del 27,1% nei pazienti con LBP rispetto ai controlli sani. La vibrazione ha causato un aumento degli errori di tracciamento del 10,5% nei controlli sani, ma non nei pazienti con LBP.	Gli errori di tracciamento hanno aumentato l'inclinazione del tronco, ma non è stata trovata una relazione significativa tra l'errore di tracciamento e l'attivazione dei muscoli agonisti. Gli errori di tracciamento non sono diminuiti quando è aumentata l'attivazione dei muscoli antagonisti, quindi né i soggetti sani né i pazienti affetti da LBP sembrano contrastare gli errori di movimento del tronco aumentando la co-contrazione.

Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 1998 Dec;28(6):378-83. doi: 10.2519/jospt.1998.28.6.378. PMID: 9836168.	Alexander KM, LaPier TL.1998	cross-sectional study	15 sani vs 15 lbp	chronic unilateral lbp	Rispetto ai soggetti di controllo, i soggetti con lombalgia hanno dimostrato una maggiore escursione del baricentro antero-posteriore e totale a occhi aperti e una maggiore escursione del baricentro antero-posteriore, mediale-laterale e totale, oscillazione del target e %LOS a occhi chiusi. Non è stata riscontrata alcuna differenza nella distribuzione del peso tra i gruppi.	Questo studio suggerisce che l'equilibrio statico nei pazienti con lombalgia cronica può essere compromesso e dovrebbe essere valutato a fondo e integrato nei programmi di trattamento fisioterapico.
Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1999 Dec;14(10):710-6. doi: 10.1016/s0268-0033(99)00025-x. PMID: 10545625.	Mientjes MI, Frank JS. 1999	cross-sectional study	8 sani vs 8 lbp	chronic lbp	È stato riscontrato un aumento significativo della radice quadratica media in direzione mediale-laterale per i pazienti affetti da lombalgia cronica come gruppo durante i compiti che comportavano l'allontanamento della vista, soprattutto se combinati con una maggiore complessità del compito. La radice quadratica media e la frequenza di potenza media nel piano mediale-laterale erano affidabili per la maggior parte dei compiti.	La radice quadratica media in direzione mediale-laterale è risultata sufficientemente affidabile e sensibile per misurare l'aumento dell'oscillazione posturale dei pazienti affetti da lombalgia cronica rispetto ai controlli sani, quando il compito prevedeva una maggiore complessità e la rimozione delle informazioni visive.
Nieto-García J, Suso-Martí L, La Touche R, Grande-Alonso M. Somatosensory and Motor Differences between Physically Active Patients with Chronic Low Back Pain and Asymptomatic Individuals. Medicina (Kaunas). 2019 Aug 23;55(9):524. doi: 10.3390/medicina55090524. PMID: 31450752; PMCID: PMC6780835.	Nieto-García J, Suso-Martí L, La Touche R, Grande-Alonso M. 2019	observational cross-sectional study	30 sani vs 30 lbp	chronic lbp	Sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi in termini di livelli di catastrofizzazione ($p = 0,026$) e di paura del movimento ($p = 0,001$), ma non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi in termini di autoefficacia ($p > 0,05$). Non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi in nessuna delle variabili sensorimotorie ($p > 0,05$).	Non sono state riscontrate differenze sensorimotorie tra i pazienti con lombalgia asintomatica e cronica, ma sono state riscontrate differenze nelle variabili psicologiche della catastrofizzazione e della paura del movimento.
Adamczyk W, Luedtke K, Saulicz E. Lumbar Tactile Acuity in Patients With Low Back Pain and Healthy Controls: Systematic Review and Meta-Analysis. Clin J Pain. 2018 Jan;34(1):82-94. doi: 10.1097/AJP.0000000000000499. PMID: 28328700.	Adamczyk W, Luedtke K, Saulicz E 2018	systematic review and meta analysis			Sono stati riassunti i dati sui pazienti ($n=547$) e sui controlli ($n=346$). Gli studi sui pazienti includevano solo dati sulla LBP cronica non specifica; non sono stati identificati dati sulla LBP acuta. È stata riscontrata una differenza media significativa tra pazienti e controlli per l'acuità tattile lombare, includendo (11,74 mm; intervallo di confidenza al 95%, 8,61-14,87) ed escludendo (9,49 mm; intervallo di confidenza al 95%, 3,64-15,34) gli studi a più alto rischio di bias.	Una lacuna di conoscenze riguardo all'acuità tattile in popolazioni con LBP acuta e cronica non neuropatica deve essere affrontata in ricerche future, poiché ciò potrebbe aiutare in modo significativo la comprensione della causalità delle alterazioni dell'acuità tattile.
Goossens N, Janssens L, Brumagne S. Changes in the Organization of the Secondary Somatosensory Cortex While Processing Lumbar Proprioception and the Relationship With Sensorimotor Control in Low Back Pain. Clin J Pain. 2019 May;35(5):394-406. doi: 10.1097/AJP.0000000000000692. PMID: 30730445.	Goossens N, Janssens L, Brumagne S. 2019	cross-sectional study	13 sani vs 15 lbp	non specific low back pain	Il picco di attivazione durante l'elaborazione della proprioccezione della parte bassa della schiena nell'S2 destro era spostato lateralmente nel gruppo NSLBP rispetto al gruppo sano ($P=0,007$). Inoltre, i pazienti con NSLSP eseguivano i movimenti STSTS più lentamente ($P=0,018$) e riportavano maggiori disturbi percettivi nella parte bassa della schiena ($P<0,001$). Infine, è stata riscontrata una correlazione significativa tra una localizzazione più laterale del picco di attivazione durante l'elaborazione propriocettiva della schiena e una percezione corporea più disturbata nel gruppo totale ($p=0,42$, $P=0,025$).	I risultati suggeriscono che i pazienti con NSLBP mostrano una riorganizzazione dell'elaborazione di ordine superiore della proprioccezione lombare, che potrebbe influenzare negativamente il controllo spinale e la percezione del corpo.
Wand BM, Di Pietro F, George P, O'Connell NE. Tactile thresholds are preserved yet complex sensory function is impaired over the lumbar spine of chronic non-specific low back pain patients: a preliminary investigation. Physiotherapy. 2010 Dec;96(4):317-23. doi: 10.1016/j.physio.2010.02.005. PMID: 21056167.	Wand BM, Di Pietro F, George P, O'Connell NE. 2016	cross-sectional case study	19 sani e 19 lbp	chronic non specific low back pain	Non è stata riscontrata alcuna differenza nella soglia tattile tra i due gruppi [differenza mediana 0,0 mg, intervallo di confidenza (IC) al 95% -0,04-0,04]. È stata riscontrata una differenza significativa tra i controlli e i pazienti affetti da lombalgia per quanto riguarda la discriminazione a due punti (differenza media 17,9 mm, 95% CI da 5,9 a 29,8) e l'accuratezza della grafestesia (differenza media 6,1, 95% CI da 1,3 a 11,0). I pazienti affetti da lombalgia presentavano una soglia di discriminazione lombare a due punti più elevata e un tasso di errore maggiore nel riconoscimento delle lettere. Nel gruppo del mal di schiena non è stata trovata alcuna relazione tra il profilo clinico e la funzione sensoriale, né tra i test sensoriali.	Questi dati supportano i risultati esistenti di anomalie percettive nei pazienti affetti da lombalgia cronica non specifica e sono suggestivi di una disfunzione sensoriale corticale piuttosto che periferica. Il miglioramento di queste anomalie può rappresentare un obiettivo per l'intervento terapeutico.

Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. Eur Spine J. 2011 Dec;20(12):2152-9. doi: 10.1007/s00586-011-1825-3. Epub 2011 May 1. PMID: 21533851; PMCID: PMC3229729.	Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. 2011	cross-sectional case study	16 sani vs 16 lbp	recurrent lbp	I segnali della caviglia sono stati utilizzati prevalentemente per il controllo posturale in tutti i soggetti, anche se, in ogni condizione, la loro influenza era maggiore nelle persone con LBP rispetto ai soggetti sani ($p < 0,001$). Quest'ultimo gruppo ha adattato la propria strategia di controllo posturale quando si trovava in piedi su una superficie instabile, in modo da aumentare l'input dei muscoli dorsali ($p < 0,001$). Tuttavia, tale adattamento non è stato osservato quando i muscoli dorsali erano affaticati.	In conclusione, questi risultati suggeriscono che un'alterata funzione dei muscoli della schiena, come risultato di un affaticamento o di un dolore muscolare acuto, può portare all'incapacità di adattare le strategie di controllo posturale alle condizioni prevalenti.
Grimstone SK, Hodges PW. Impaired postural compensation for respiration in people with recurrent low back pain. Exp Brain Res. 2003 Jul;151(2):218-24. doi: 10.1007/s00221-003-1433-5. Epub 2003 May 21. PMID: 12759796.	Grimstone SK, Hodges PW. 2003	cross-sectional study	10 sani e 10 lbp	recurrent lbp	Piccole variazioni angolari degli angoli lombopelvici e dell'anca erano evidenti alla frequenza della respirazione in entrambi i gruppi. Tuttavia, in posizione eretta e tranquilla, i soggetti con LBP presentavano un maggiore spostamento del COP associato alla respirazione rispetto ai soggetti di controllo. Il gruppo LBP aveva una tendenza a un minore movimento dell'anca. Non ci sono stati cambiamenti nei parametri di movimento quando la richiesta respiratoria è aumentata involontariamente attraverso l'ipercapnea, ma quando la respirazione è aumentata volontariamente, l'ampiezza del movimento e lo spostamento del COP sono aumentati in entrambi i gruppi.	I dati attuali suggeriscono che il compenso posturale alla respirazione contrasta almeno in parte il disturbo della postura causato dalla respirazione e che questo compenso può essere meno efficace nelle persone con LBP.
Hodges P, van den Hoorn W, Dawson A, Cholewicki J. Changes in the mechanical properties of the trunk in low back pain may be associated with recurrence. J Biomech. 2009 Jan 5;42(1):61-6. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.10.001. Epub 2008 Dec 4. PMID: 19062020.	Hodges P, van den Hoorn W, Dawson A, Cholewicki J. 2009	cross-sectional case study	17 sani e 14 lbp	recurrent lbp	La rigidità del tronco era maggiore nei pazienti con LBP ricorrente (solo perturbazione in avanti), ma lo smorzamento era inferiore (in entrambe le direzioni) rispetto ai controlli sani.	Contrariamente a quanto si ritiene in ambito clinico, la rigidità del tronco è aumentata, e non ridotta, nei casi di LBP ricorrente, probabilmente a causa di un aumento dell'attività muscolare del tronco e di cambiamenti nel controllo riflesso dei muscoli del tronco. Sebbene l'aumento della rigidità possa contribuire alla protezione delle strutture spinali, ciò può avere conseguenze a lungo termine sulla salute della colonna vertebrale e sulle recidive di LBP a causa della compromissione della dinamica del tronco (diminuzione dello smorzamento).
Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2004 Mar 15;29(6):E107-12. doi: 10.1097/01.brs.0000115134.97854.c9. PMID: 15014284.	Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. 2004	observational cross-sectional study	24 sani vs 24 lbp	LBP non specifico che persiste da almeno tre mesi	La strategia dell'anca è stata ridotta con l'aumento della dipendenza visiva nei partecipanti allo studio con LBP. Il tasso di insuccesso era più di 4 volte superiore a quello dei controlli nel compito bilaterale in piedi su base corta con gli occhi chiusi. L'analisi del movimento del centro di pressione ha mostrato anche l'incapacità di avviare e controllare una strategia dell'anca.	L'incapacità di controllare una strategia dell'anca indica un deficit di controllo posturale e si ipotizza che derivi da un controllo muscolare alterato e da una compromissione propriocettiva.
da Silva RA, Vieira ER, Fernandes KBP, Andraus RA, Oliveira MR, Sturion LA, Calderon MG. People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. Disabil Rehabil. 2018 Jun;40(11):1294-1300. doi: 10.1080/09638288.2017.1294627. Epub 2017 Mar 10. PMID: 28282992.	da Silva RA, Vieira ER, Fernandes KBP, Andraus RA, Oliveira MR, Sturion LA, Calderon MG. 2018	observational cross-sectional study	10 sani vs 10 lbp	LBP non specifico che persiste da almeno tre mesi	I partecipanti con lombalgia cronica hanno presentato un'area del centro di pressione significativamente più grande e una velocità più elevata rispetto ai controlli sani ($p < 0,001$). Ci sono state differenze significative tra i compiti per tutte le variabili del centro di pressione ($p < 0,001$). Il semi-tandem e la postura su una gamba sola sono stati più sensibili nell'identificare i disturbi dell'equilibrio nel gruppo affetto da lombalgia cronica. Non sono state riscontrate interazioni significative tra gruppi e compiti.	I soggetti affetti da lombalgia cronica hanno presentato un controllo posturale più scarso rispetto ai controlli sani, soprattutto durante i compiti di equilibrio più impegnativi, come le condizioni di semi-tandem e di posizione a una gamba. Implicazioni per la riabilitazione Le persone affette da lombalgia cronica presentano un equilibrio più scarso rispetto a quelle che non ne soffrono. I compiti di equilibrio devono essere sensibili per cogliere i disturbi. Le valutazioni dell'equilibrio durante il semi-tandem e la posizione a una gamba sono state le più sensibili per determinare il deficit del controllo posturale nelle persone con lombalgia cronica. La valutazione dell'equilibrio dovrebbe essere inclusa nei programmi di riabilitazione per i soggetti affetti da lombalgia cronica per migliorare il processo decisionale clinico relativo al riallenamento dell'equilibrio, se necessario.
Soliman ES, Shousha TM, Alayat MS. The effect of pain severity on postural stability and dynamic limits of stability in chronic low back pain. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017 Sep 22;30(5):1023-1029. doi: 10.3233/BMR-169588. PMID: 28800302.	Soliman ES, Shousha TM, Alayat MS. 2017	observational cross-sectional study	15 sani vs 45 lbp	LBP non specifico che persiste da almeno tre mesi	Sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra il gruppo asintomatico e i sottogruppi di LBP cronica in termini di PSI e LOS (postural stability index e limits of stability)	L'intensità del dolore ha dimostrato di essere uno dei fattori che influenzano l'equilibrio dinamico nei pazienti affetti da LBP cronica, che hanno mostrato differenze nella compromissione di PSI e LOS con diversi gradi di dolore.

Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Differences in balance strategies between nonspecific chronic low back pain patients and healthy control subjects during unstable sitting. Spine (Phila Pa 1976). 2009 May 15;34(11):1233-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e31819ca3ee. PMID: 19444072.	Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. 2009	2 group experimental design	20 sani vs 19 lbp	LBP non specifico che persiste da almeno tre mesi	La deviazione angolare totale in tutte e 3 le direzioni del bacino e del tronco era più elevata nel gruppo CLBP rispetto al gruppo di controllo. In 4 delle 6 differenze calcolate, è stata riscontrata una deviazione significativamente maggiore nel gruppo CLBP. I soggetti di entrambi i gruppi hanno utilizzato soprattutto la rotazione rispetto alla flessione laterale e agli spostamenti di flessione/estensione del bacino e del tronco per regolare i disturbi dell'equilibrio.	Nel gruppo con LBP è stata riscontrata una maggiore oscillazione posturale e un'elevata correlazione tra gli spostamenti del bacino e del tronco rispetto ai controlli sani.
Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. Eur Spine J. 2008 Sep;17(9):1177-84. doi: 10.1007/s00586-008-0709-7. Epub 2008 Jul 2. PMID: 18594876; PMCID: PMC2527415.	Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. 2008	cross sectional study	28 sani vs 28 lbp	LBP ricorrente	Le persone con LBP ricorrente hanno mostrato strategie di controllo posturale significativamente diverse, privilegiando il controllo propriocettivo dei muscoli della caviglia (rapporto più vicino a 1) rispetto al controllo propriocettivo dei muscoli paraspinali (rapporto più vicino a 0).	Si conclude che i giovani con LBP ricorrente sembrano utilizzare la stessa strategia di controllo posturale propriocettivo anche in condizioni in cui questa strategia per la caviglia non è la più appropriata, ad esempio stando in piedi su una superficie di supporto instabile. La strategia di controllo posturale propriocettivo adottata potrebbe essere efficace in condizioni semplici, ma se utilizzata in tutte le condizioni posturali potrebbe essere un meccanismo di ingiustificato carico spinale, dolore e recidive.
O'Sullivan K, Verschueren S, Van Hoof W, Ertanir F, Martens L, Dankaerts W. Lumbar repositioning error in sitting: healthy controls versus people with sitting-related non-specific chronic low back pain (flexion pattern). Man Ther. 2013 Dec;18(6):526-32. doi: 10.1016/j.math.2013.05.005. Epub 2013 Jun 5. PMID: 23756034.	O'Sullivan K, Verschueren S, Van Hoof W, Ertanir F, Martens L, Dankaerts W. 2013	cross sectional study	15 sani vs 15 lbp	non specific lbp	L'RE in ciascun gruppo è stato confrontato valutando l'errore costante (CE), l'errore assoluto (AE) e l'errore variabile (VE). Sia AE ($p = 0,002$) che CE ($p = 0,006$) erano significativamente più grandi nel gruppo NSCLBP. Nel gruppo NSCLBP sono state riscontrate correlazioni significative e moderate tra AE e disabilità funzionale ($r = 0,601$, $p = 0,018$) e tra CE ed evitamento della paura ($r = -0,577$, $p = 0,0024$), ma tutte le altre correlazioni erano deboli ($r < 0,337$, $rs < 0,377$) o non significative ($p > 0,05$).	Complessivamente, la RE(repositioning error) è risultata solo debolmente o moderatamente correlata con misure di dolore, disabilità o paura. I deficit osservati sono coerenti con i risultati dell'alterazione del controllo motorio nei pazienti con NSCLBP. I meccanismi alla base di questi deficit di RE e il metodo più efficace per affrontarli richiedono ulteriori studi.
Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Brumagne S. Altered preparatory pelvic control during the sit-to-stance-to-sit movement in people with non-specific low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2012 Dec;22(6):821-8. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.04.007. Epub 2012 May 16. PMID: 22595702.	Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Brumagne S 2012	observational cross sectional study	20 sani vs 106 lbp	mild lbp	Le persone con LBP hanno utilizzato meno afferenze propriocettive lombari per il controllo posturale rispetto alle persone sane ($P < 0,0001$) e hanno avuto bisogno di più tempo per eseguire le cinque ripetizioni in entrambe le condizioni posturali ($P < 0,05$). Queste differenze temporali sono state determinate nelle fasi di stance e sit (fasi di transizione), ma non nelle fasi di movimento focale. Inoltre, sono stati registrati inserimenti più tardivi della rotazione pelvica anteriore per iniziare entrambe le sequenze di movimento ($P < 0,05$) e per passare dalla posizione seduta a quella eretta sulla schiuma ($P < 0,05$).	La diminuzione dell'uso dell'afferenza propriocettiva lombare nelle persone con LBP sembra avere un'influenza negativa sulla prestazione da seduto a in piedi e, più specificamente, sulle fasi di transizione che richiedono un maggiore controllo (ad esempio, seduto e in piedi). Inoltre, l'avvio più lento della rotazione del bacino per passare dalla posizione seduta alla posizione eretta illustra una diminuzione del movimento preparatorio del bacino nel gruppo con LBP.
Sung PS, Yoon B, Lee DC. Lumbar spine stability for subjects with and without low back pain during one-leg standing test. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Jul 15;35(16):E753-60. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d53b9c. PMID: 20634657.	Sung PS, Yoon B, Lee DC. 2010	observational cross-sectional study	28 sani vs 28 lbp	LBP da almeno 2 mesi	Il RHT (relative holding time) era più lungo per l'asse della colonna lombare nei soggetti senza LBP rispetto a quelli con LBP, soprattutto senza feedback visivo. È stata riscontrata anche un'interazione significativa nell'RST (relative standstill time) tra soggetti con e senza LBP ($F = 7,18$, $P = 0,01$). Per l'asse centrale del tronco, esistevano differenze significative basate sull'effetto principale del lato ($F = 9,07$, $P = 0,004$), sulla rotazione del tronco ($F = 24,30$, $P = 0,001$) e su entrambe le interazioni ($F = 8,93$, $P = 0,004$).	Sebbene il gruppo di controllo comprendesse volontari leggermente più giovani rispetto al gruppo con LBP, l'indice di stabilità della colonna vertebrale centrale è diminuito significativamente nella RHT e nella RST, soprattutto quando il feedback visivo è stato bloccato per i soggetti con LBP. L'interazione tra feedback visivo e rotazione del tronco indica che la stabilità della colonna vertebrale centrale è fondamentale per coordinare il controllo dell'equilibrio.
van den Hoorn W, Meroni R, Klyne DM, Alshehri MA, Hodges PW. Balance control in unstable sitting in individuals with an acute episode of low back pain. Gait Posture. 2022 Jun;95:15-21. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.03.014. Epub 2022 Mar 24. PMID: 35398705.	van den Hoorn W, Meroni R, Klyne DM, Alshehri MA, Hodges PW. 2022	Cross-sectional study	74 sani vs 133 lbp	acute lbp	Lo spostamento della CoP e le coordinate del punto critico (tempo e distanza in cui la velocità di diffusione o la diffusione della CoP rallentano) erano maggiori nella LBP rispetto ai controlli senza dolore, indipendentemente dalla condizione di equilibrio. La velocità di diffusione a lungo termine era maggiore nella LBP rispetto ai controlli con gli occhi chiusi. Le misure di velocità della CoP (RMS, velocità di diffusione a breve termine) non erano diverse tra i gruppi. L'intensità del dolore e le caratteristiche psicologiche non erano linearmente correlate alle prestazioni di equilibrio nei partecipanti con LBP acuto. Una maggiore catastrofizzazione del dolore era associata al contatto con la barra di sicurezza.	Il controllo posturale è diverso nei casi di LBP acuta rispetto ai controlli senza dolore. I risultati potrebbero essere spiegati da un'alterazione dell'elaborazione sensoriale, da una minore capacità di riponderare le informazioni propriocettive e/o da un controllo meno accurato dei muscoli del tronco.

Jung SH, Hwang UJ, Ahn SH, Kim HA, Kim JH, Kwon OY. Lumbopelvic motor control function between patients with chronic low back pain and healthy controls: a useful distinguishing tool: The STROBE study. Medicine (Baltimore). 2020 Apr;99(15):e19621. doi: 10.1097/MD.00000000000019621. PMID: 32282709; PMCID: PMC7440336.	Jung SH, Hwang UJ, Ahn SH, Kim HA, Kim JH, Kwon OY. 2020	cross sectional study	141 sani vs 137 lbp	chronic lbp	Il controllo motorio lombopelvico era significativamente più elevato nei controlli sani che nei pazienti con CLBP. Il 65,9% dei pazienti del gruppo a basso controllo motorio lombopelvico era affetto da CLBP, mentre il 36,8% dei pazienti del gruppo ad alto controllo motorio lombopelvico era affetto da CLBP.	La funzione di controllo motorio lombopelvico ha dimostrato una differenza significativa tra i pazienti con CLBP e i controlli sani. Il test di controllo motorio lombopelvico si è dimostrato uno strumento diagnostico efficace per distinguere il CLBP. Queste informazioni possono essere applicate nelle valutazioni e negli interventi per la CLBP in ambito clinico.
Caffaro RR, França FJ, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LA, Marques AP. Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: a preliminary case-control study. Eur Spine J. 2014 Apr;23(4):807-13. doi: 10.1007/s00586-014-3243-9. Epub 2014 Feb 26. PMID: 24570125; PMCID: PMC3960445.	Caffaro RR, França FJ, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LA, Marques AP. 2014	case control study	23 sani vs 21 lbp	chronic lbp	Rispetto ai controlli, i partecipanti al gruppo cLBP presentavano deficit nel controllo posturale, con maggiori oscillazioni posturali nella condizione di quiete in piedi con occhi chiusi su superfici instabili ($p < 0,05$) per i seguenti parametri: oscillazione totale COP [cLBP 1.432. 82 (73,27) vs CG 1.187,77 (60,30)], piano sagittale medio [cLBP 1,21 (0,06) vs CG 1,04 (0,04)], area COP [cLBP 24,27 (2,47) vs CG 16,45 (1,79)] e velocità media di oscillazione [cLBP 12,97 (0,84) vs CG 10,55 (0,70)].	Il controllo posturale, evidenziato dall'aumento dell'oscillazione del COP, è compromesso nei soggetti con cLBP rispetto ai controlli. Le differenze sono amplificate dalla privazione visiva e dalle condizioni di instabilità della superficie.
Luomajoki H, Moseley GL. Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls. Br J Sports Med. 2011 Apr;45(5):437-40. doi: 10.1136/bjism.2009.060731. Epub 2009 Jun 23. PMID: 19553222.	Luomajoki H, Moseley GL. 2011	cross sectional study	45 sani vs 45 lbp	lbp non specifico	I pazienti hanno ottenuto risultati peggiori nei compiti volontari lombopelvici rispetto ai controlli sani ($p < 0,001$). La soglia TPD (discriminazione tra due punti) era maggiore nei pazienti (media (SD)=61 (13) mm) rispetto ai controlli sani (44 (10) mm). Inoltre, una soglia TPD più grande era positivamente correlata a prestazioni peggiori nei compiti lombopelvici volontari ($r=0,49$ di Pearson; $p < 0,001$).	L'acuità tattile, una chiara impronta clinica dell'organizzazione della corteccia sensoriale primaria, è correlata al controllo volontario lombopelvico. Questa relazione solleva la possibilità che la prima contribuisca al secondo, nel qual caso l'allenamento dell'acuità tattile può favorire il recupero e aiutare a raggiungere prestazioni motorie normali dopo una lesione alla schiena.
Impaired static postural control correlates to the contraction ability of trunk muscle in young adults with chronic non-specific low back pain: A cross-sectional study. Wang H, Zheng J, Fan Z, Luo Z, Wu Y, Cheng X, Yang J, Zhang S, Yu Q, Lo WLA, Wang C. 2022 Feb;92:44-50. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.11.021. Epub 2021 Nov 19. PMID: 34823100	Wang H, Zheng J, Fan Z, Luo Z, Wu Y, Cheng X, Yang J, Zhang S, Yu Q, Lo WLA, Wang C. 2022	cross sectional study	25 sani vs 30 lbp	chronic lbp	Il TrA% bilaterale del gruppo CNSLBP era inferiore a quello del gruppo HC ($p < 0,05$). Il TrA% bilaterale del gruppo CNSLBP era inferiore a quello del gruppo HC ($p < 0,05$). La MF% bilaterale non ha mostrato differenze significative ($p > 0,05$) tra i due gruppi. Rispetto ai controlli sani, i pazienti con CNSLBP hanno mostrato una maggiore lunghezza del percorso e un'area di oscillazione del COP durante la maggior parte dei compiti di stanche statica. Durante il compito EO nel gruppo CNSLBP, TrA% è risultato correlato alla lunghezza del percorso del COP ($p < 0,05$); la MF% destra è risultata correlata all'area di oscillazione del COP ($p < 0,05$). Nei controlli sani non sono apparse correlazioni significative ($p > 0,05$).	Rispetto ai soggetti sani, la compromissione del controllo posturale durante la posizione statica ad occhi aperti nei pazienti con CNSLBP è stata probabilmente correlata alla scarsa capacità di contrazione del muscolo trasverso addominale bilaterale e correlata alla normale capacità di contrazione del multifido lombare destro.
Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain. Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, Akhbari B, Rad SM, Mazaheri M, Negahben H, Lali P. J Manipulative Physiol Ther. 2014 Mar-Apr;37(3):170-9. doi: 10.1016/j.jmpt.2014.02.003. Epub 2014 Mar 15. PMID: 24636612	Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, Akhbari B, Rad SM, Mazaheri M, Negahben H, Lali P. 2014	3 factor mixed design study	15 sani vs 15 lbp	lbp non specifico	solo nel gruppo con lombalgia cronica sono state riscontrate differenze significative tra le condizioni di compito singolo e doppio per gli indici di stabilità antero-posteriore ($P < .001$), mediale-laterale ($P = .02$) e generale ($P < .001$). Inoltre, nelle condizioni posturali più difficili, i partecipanti con lombalgia cronica hanno aumentato il loro rapporto di errore ($P = .002$), mentre gli individui asintomatici abbinati hanno aumentato il loro tempo di reazione ($P < .01$) del test Stroop uditivo.	L'esecuzione di un compito posturale è attenuata dal carico cognitivo a un livello moderato di difficoltà del compito posturale. Pertanto, per osservare l'effetto delle richieste attenzionali del controllo posturale, è necessario considerare la difficoltà del compito.
Sensorimotor and body perception assessments of nonspecific chronic low back pain: a cross-sectional study. Meier R, Emch C, Gross-Wolf C, Pfeiffer F, Meichtry A, Schmid A, Luomajoki H. BMC Musculoskelet Disord. 2021 Apr 26;22(1):391. doi: 10.1186/s12891-021-04269-7. PMID: 33902545 Free PMC article.	Meier R, Emch C, Gross-Wolf C, Pfeiffer F, Meichtry A, Schmid A, Luomajoki H. 2021	cross sectional study	30 sani vs 30 lbp	non specific lbp	L'MCT (movement control test) ha mostrato un odds ratio per la presenza di CLBP di 1,92, con un valore p statisticamente significativo (0,049) e 95%CI. I test TPD (two point discrimination) e BPA (back photo assessment) non sono stati in grado di determinare differenze significative tra i gruppi.	Dei tre test analizzati, l'MCT è risultato essere l'unica valutazione adatta a discriminare tra i soggetti con CLBP non specifico e i controlli sani. L'MCT può essere raccomandato come semplice strumento clinico per individuare le alterazioni del sistema sensorimotorio dei soggetti con CLBP non specifico. Ciò potrebbe facilitare lo sviluppo di strategie di gestione personalizzate per questo difficile sottogruppo di LBP. Tuttavia, sono necessarie ulteriori ricerche per chiarire il potenziale di tutti i test nel rilevare le alterazioni del sistema sensorimotorio dei soggetti con CLBP.

Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Mar 1;35(5):583-9. doi: 10.1097/BR5.0b013e3181b4fe4d. PMID: 20147880	Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. 2010	2 group experimental design	21 sani vs 21 lbp	chronic lbp	Nella posizione di equilibrio più difficile, l'oscillazione posturale aumenta nel gruppo di controllo quando viene aggiunto il doppio compito cognitivo; per il 50% delle variabili l'aumento è significativo. Al contrario, l'oscillazione posturale diminuisce, in modo non significativo, nel gruppo CLBP quando viene aggiunto il doppio compito. Questi risultati sono gli stessi sia per il tronco che per le deviazioni del bacino. I coefficienti di correlazione di Pearson tra i movimenti del tronco e del bacino del gruppo CLBP sono più bassi per tutte e tre le direzioni di movimento nella condizione di doppio compito rispetto alla condizione di compito singolo.	Nei pazienti con CLBP non specifico, un doppio compito cognitivo riduce sia l'oscillazione posturale sia la rigidità del tronco grazie all'effetto di distrazione del doppio compito. Questo effetto è visibile solo quando il compito di equilibrio è difficile.
Korakakis V, O'Sullivan K, Kotsifaki A, Sotiralis Y, Giakas G. Lumbo- pelvic proprioception in sitting is impaired in subgroups of low back pain-But the clinical utility of the differences is unclear. A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2021 Apr 26;16(4):e0250673. doi: 10.1371/journal.pone.0250673. PMID: 33901255; PMCID: PMC8075231.	Korakakis V, O'Sullivan K, Kotsifaki A, Sotiralis Y, Giakas G. 2021	systematic review and meta analysis		chronic lbp	Esistono prove di efficacia basse e molto basse nell'analisi del confronto tra soggetti con lbp aspecifico e soggetti sani durante l'esecuzione di task da seduti.	La propriocezione lombopelvica è compromessa tra le persone con lombalgia non specifica. Tuttavia, la bassa certezza dell'evidenza, la piccola entità dell'errore osservato e il "rumore" calcolato delle misure di propriocezione, suggeriscono che qualsiasi differenza osservata nella propriocezione lombopelvica potrebbe avere un'utilità clinica limitata.
Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1999 Dec;14(10):710-6. doi: 10.1016/s0268-0033(99)00025-x. PMID: 10545625.	Mientjes MI, Frank JS. 1999	cross sectional study	8 sani vs 8 lbp	chronic lbp	È stato riscontrato un aumento significativo della radice quadratica media in direzione mediale-laterale per i pazienti affetti da lombalgia cronica come gruppo durante i compiti che comportavano l'allontanamento della vista, soprattutto se combinati con una maggiore complessità del compito. La radice quadratica media e la frequenza di potenza media nel piano mediale-laterale erano affidabili per la maggior parte dei compiti.	La radice quadratica media in direzione mediale-laterale è risultata sufficientemente affidabile e sensibile per misurare l'aumento dell'oscillazione posturale dei pazienti affetti da lombalgia cronica rispetto ai controlli sani, quando il compito prevedeva una maggiore complessità e la rimozione delle informazioni visive.

Categoria ROM:

13 studi inclusi di cui 10 studi osservazionali e 3 revisioni sistematiche sono stati inseriti nella categoria ROM. (92,93,121-129).

In questa categoria non sono state indagate altre sottocategorie.

I risultati e le caratteristiche di ogni studio sono riportati nella tabella seguente:

STUDIO	AUTORE E ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI	TIPOLOGIA E DURATA LBP	RISULTATI	CONCLUSIONI
Sadeghisani M, Manshadi FD, Kalantari KK, Rahimi A, Namnik N, Karimi MT, Oskouei AE. Correlation between Hip Rotation Range-of-Motion Impairment and Low Back Pain. A Literature Review. Ortop Traumatol Rehabil. 2015 Oct;17(5):455-62. doi: 10.5604/15093492.1186813. PMID: 26751745.	Sadeghisani M, Manshadi FD, Kalantari KK, Rahimi A, Namnik N, Karimi MT, Oskouei AE. 2015	Literature review			Tra i 124 articoli, 12 soddisfacevano i criteri di inclusione della revisione. I risultati degli studi sono stati valutati in tre sezioni, analizzando la relazione tra lombalgia e 1) ROM di rotazione interna dell'anca, 2) ROM di rotazione esterna dell'anca e 3) ROM di rotazione totale dell'anca. Il ROM di rotazione interna dell'anca asimmetrico (destro rispetto a sinistro, con o senza piombo) e limitato è risultato comune nei pazienti con LBP. Nei pazienti con LBP è stata osservata anche una rotazione totale dell'anca ridotta e asimmetrica. Tuttavia, nessuno degli studi ha riportato esplicitamente un ROM limitato della rotazione esterna dell'anca.	La valutazione precisa del ROM di rotazione dell'anca, in particolare di quello interno, deve essere inclusa nell'esame dei pazienti con sintomi di LBP.
Avman MA, Osmotherly PG, Snodgrass S, Rivett DA. Is there an association between hip range of motion and nonspecific low back pain? A systematic review. Musculoskelet Sci Pract. 2019 Jul;42:38-51. doi: 10.1016/j.msksp.2019.03.002. Epub 2019 Mar 30. PMID: 31030110.	Avman MA, Osmotherly PG, Snodgrass S, Rivett DA 2019	Systematic review			Il ROM della flessione dell'anca è stato misurato in sette studi, l'estensione in 13, la rotazione interna (IR) in 14, la rotazione esterna (ER) in 13, l'abduzione in sei e l'adduzione in soli due studi. Tra tutte le direzioni testate, il ROM in IR è stato riportato in più studi come significativamente ridotto nei soggetti con NSLBP rispetto ai soggetti sani. Nel complesso, la qualità delle prove è stata molto bassa.	Esistono prove di qualità molto bassa a sostegno di un'associazione tra ROM limitato dell'anca e NSLBP. Il limitato ROM IR dell'anca è stata l'unica alterazione del movimento associata in modo significativo alla NSLBP, ma questo dato deve essere considerato con cautela a causa della bassa qualità delle prove di supporto. Sono necessari ulteriori studi.
Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pflingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. Clin J Pain. 2015 Oct;31(10):876-85. doi: 10.1097/AJP.0000000000000190. PMID: 25503596.	Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pflingsten M, Falla D. 2015	Cross-sectional study	20 pazienti con LBP cronico non specifico confrontati con 19 partecipanti privi di dolore	Low back pain cronico non specifico da più di 3 mesi	In tutti i movimenti, i soggetti con LBP hanno mostrato un ROM inferiore del 10%-15% ($P<0,05$) e un AAV inferiore del 15%-30% ($P<0,05$) sia a livello pelvico che lombare rispetto ai controlli. Il ROM e l'AAV (velocità angolare media), nella maggior parte dei casi, erano correlati negativamente ($R=-0,49-0,75$) con la Tampa Scale of Kinesiophobia, la Pain Catastrophizing Scale e lo Spielberger State-Trait Anxiety Inventory nel gruppo con LBP (tutti $P<0,05$), soprattutto durante la fase iniziale di discesa del movimento.	I risultati mostrano che le misure di velocità, piuttosto che il ROM, presentano le maggiori differenze nei soggetti con LBP rispetto ai partecipanti asintomatici. L'alterazione del movimento lombare e del bacino è stata correlata al grado di ansia, paura e catastrofizzazione dei soggetti affetti da LBP.
Rose-Dulcina K, Genevay S, Dominguez D, Armand S, Vuillerme N. Flexion- Relaxation Ratio Asymmetry and Its Relation With Trunk Lateral ROM in Individuals With and Without Chronic Nonspecific Low Back Pain. Spine (Phila Pa 1976). 2020 Jan 1;45(1):E1-E9. doi: 10.1097/BRS.0000000000003196. PMID: 31415455.	Rose-Dulcina K, Genevay S, Dominguez D, Armand S, Vuillerme N. 2020	cross-sectional comparative study	28 LBP e 22 sani	Low back pain cronico non specifico da più di 3 mesi	I pazienti con NSCLBP presentano un ROM laterale del tronco significativamente inferiore rispetto agli AP. L'asimmetria del rapporto FR dell'ereettore spinae era significativamente maggiore nei pazienti con NSCLBP rispetto agli AP ($P < 0,05$). L'asimmetria del rapporto FR del multifido e l'asimmetria del ROM laterale del tronco non erano significativamente diverse tra i gruppi. Una correlazione significativa ($r = 0,49$) tra l'asimmetria del rapporto FR dell'ereettore spinale e l'asimmetria del ROM laterale del tronco è stata osservata solo nei pazienti con NSCLBP.	I risultati attuali hanno dimostrato che l'asimmetria del rapporto FR dell'ereettore spinae longissimus è moderatamente correlata all'asimmetria del ROM laterale del tronco. Inoltre, i risultati hanno confermato che i pazienti con NSCLBP presentano un ridotto ROM laterale del tronco, un'asimmetria del rapporto FR dell'ereettore spinae che è correlata alla rotazione del tronco. Questi risultati suggeriscono uno squilibrio nel carico della colonna vertebrale che può contribuire alla persistenza del dolore.
Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. Lumbar range of motion in chronic low back pain is predicted by task-specific, but not by general measures of pain-related fear. Eur J Pain. 2019 Jul;23(6):1171-1184. doi: 10.1002/ejp.1384. Epub 2019 Mar 11. PMID: 30793429.	Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. 2019	cross sectional study	55 lbp e 54 sani	low back pain cronico non specifico da più di 3 mesi	Il ROM lombare è stato previsto dalle misure task specifiche, ma non da quelle generali della paura legata al dolore. Solo i punteggi di un altro quadro del PHODA-SeV, simile alle misure task specifiche per quanto riguarda le caratteristiche del movimento, hanno previsto il ROM lombare. Rispetto alle persone sane, i pazienti con CLBP hanno utilizzato un ROM significativamente inferiore, ad eccezione del sottogruppo con un punteggio basso sulla misura task specifica della paura legata al dolore, che ha utilizzato un ROM simile.	I nostri risultati suggeriscono di utilizzare misure task specifiche della paura legata al dolore quando si valuta la relazione con il movimento. Sarebbe interessante indagare se la riduzione della paura specifica del compito modifichi il comportamento di movimento protettivo.

Kulig K, Powers CM, Landel RF, Chen H, Fredericson M, Guillet M, Butts K. Segmental lumbar mobility in individuals with low back pain: in vivo assessment during manual and self-imposed motion using dynamic MRI. BMC Musculoskelet Disord. 2007 Jan 29;8:8. doi: 10.1186/1471-2474-8-8. PMID: 17261197; PMCID: PMC1794409.	Kulig K, Powers CM, Landel RF, Chen H, Fredericson M, Guillet M, Butts K. 1999	cross-sectional study	45 lbp e 20 sani	low back pain aspecifico	Il gruppo sintomatico presentava una percentuale maggiore di soggetti con evidenza di ipermobilità segmentaria a livello singolo rispetto al gruppo asintomatico durante le procedure di PA (40,0% vs. 5%) e PU (26,7% vs. 15%). L'analisi dei singoli segmenti di movimento lombari ha rivelato un'ipermobilità nei soggetti sintomatici a livello di L5 - S1 (Chi-quadro = 10,0, $p < 0,01$) e L4 - L5 (Chi-quadro = 4,18, $p < 0,05$) durante il test PA.	Le persone affette da lombalgia non specifica tendono a dimostrare un'ipermobilità segmentaria lombare a un solo livello rispetto a soggetti asintomatici di età specifica.
Levangie PK. The association between static pelvic asymmetry and low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1999 Jun 15;24(12):1234-42. doi: 10.1097/00007632-199906150-00011. PMID: 10382251.	Levangie PK. 1999	cross-sectional case control study	144 lbp e 138 sani	low back pain della durata inferiore ai 12 mesi	L'asimmetria pelvica non è risultata associata positivamente alla lombalgia in modo clinicamente significativo. L'asimmetria dei punti di riferimento della spina iliaca postero-superiore ha mostrato qualche evidenza di una debole associazione positiva con la lombalgia.	In assenza di un'associazione positiva significativa tra asimmetria pelvica e lombalgia, le strategie di valutazione e trattamento basate su questa premessa dovrebbero essere messe in discussione.
Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. BMC Musculoskelet Disord. 2014 Jul 10;15:229. doi: 10.1186/1471-2474-15-229. PMID: 25012528 Free PMC article. Review.	Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. 2014	Systematic review		low back pain presente da più di 3 mesi	La ricerca ha identificato 43 studi idonei. Rispetto alle persone senza LBP, in media le persone con LBP mostrano: (i) nessuna differenza nell'angolo di lordosi (8 studi), (ii) un ROM lombare ridotto (19 studi), (iii) nessuna differenza nel contributo lombare rispetto all'anca alla flessione di fine corsa (4 studi), (iv) nessuna differenza nell'angolo di inclinazione pelvica in piedi (3 studi), (v) movimenti più lenti (8 studi) e (vi) una ridotta propriocezione (17 studi). La variabilità del movimento è apparsa maggiore nelle persone con LBP per quanto riguarda la flessione, il ROM di flessione e rotazione laterale e la velocità del movimento, ma non per altre caratteristiche del movimento. Esiste una notevole eterogeneità tra gli studi, compresa la mancanza di dettagli o di standardizzazione tra gli studi sui criteri utilizzati per definire i partecipanti come persone con LBP (casi) o senza LBP (controlli).	In media, le persone con dolore lombare presentano minor ROM lombare e si muovono più lentamente rispetto ai soggetti sani.
Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: a comparison with standing. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Spine (Phila Pa 1976). 2006 Mar 1;31(5):E135-43. doi: 10.1097/01.brs.0000201325.89493.5f. PMID: 16508537	Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. 2006	Prospective study	54 lbp e 59 sani	low back pain presente da più di 3 mesi	Abbiamo riscontrato significative: (1) correlazioni tra l'asimmetria pelvica e i movimenti asimmetrici del tronco eseguiti in posizione seduta, (2) differenze tra il gruppo con LBP e quello di controllo nei modelli di movimento del tronco eseguiti in posizione seduta e (3) differenze tra la cinematica dei movimenti eseguiti in posizione seduta e quella in piedi.	Questo studio mostra un legame tra l'asimmetria pelvica e l'alterazione del movimento del tronco in posizione seduta. Sugeriamo che le persone con LBP possano avere un meccanismo di compensazione distinto, secondario all'asimmetria pelvica, che sottopone la colonna lombare a uno stress maggiore. L'asimmetria del movimento, piuttosto che l'ampiezza del movimento, potrebbe essere un indicatore migliore di una funzione disturbata nelle persone con LBP. Le asimmetrie strutturali e funzionali sono fattori che possono essere presi in considerazione nella progettazione della seduta e dell'ambiente di lavoro.
Effects of pelvic skeletal asymmetry on trunk movement: three-dimensional analysis in healthy individuals versus patients with mechanical low back pain. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Spine (Phila Pa 1976). 2006 Feb 1;31(3):E71-9. doi: 10.1097/01.brs.0000197665.93559.04. PMID: 16449891	Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. 2006	comparative analysis	54 lbp e 59 sani	low back pain aspecifico	Mentre i gruppi non differivano nell'ampiezza totale del movimento lombare, il gruppo con LBP mostrava un'asimmetria significativamente maggiore nel movimento principale. I gruppi differivano significativamente nel modello di rotazione accoppiata durante la flessione laterale. L'asimmetria nella flessione laterale lombare era altamente correlata a due tipi di asimmetria pelvica: l'inclinazione pelvica laterale (LPT) e l'asimmetria della rotazione iliaca (IRA). L'asimmetria nella rotazione assiale lombare era altamente correlata all'IRA, ma debolmente alla LPT.	Questo studio dimostra differenze oggettive nei modelli di movimento lombare tra soggetti asintomatici e pazienti con LBP. Lo studio dimostra inoltre che una sottile anomalia anatomica del bacino è associata a un'alterazione della meccanica della colonna lombare. Sugeriamo che l'asimmetria del movimento lombare possa essere un indicatore migliore del deficit funzionale rispetto al range assoluto di movimento nel LBP.

Effect of knee and hip position on hip extension range of motion in individuals with and without low back pain. Van Dillen LR, McDonnell MK, Fleming DA, Sahrman SA. J Orthop Sports Phys Ther. 2000 Jun;30(6):307-16. doi: 10.2519/jospt.2000.30.6.307. PMID: 10871142	Van Dillen LR, McDonnell MK, Fleming DA, Sahrman SA. 2000	2 group non randomized mixed design	10 lbp e 35 sani	low back pain aspecifico	I soggetti con LBP mostravano una minore estensione passiva dell'anca rispetto ai soggetti BH (LBP, -5,61 gradi +/- 4,30; BH, -2,57 gradi +/- 4,18). Entrambi i gruppi presentavano una minore estensione dell'anca quando il ginocchio era in flessione di 80 gradi rispetto a quando il ginocchio era completamente esteso (flesso, -5,51 +/- 4,50; esteso, -0,98 gradi +/- 4,65), e quando l'anca era in abduzione zero rispetto a quando l'anca era completamente abdotta (zero, -7,55 gradi +/- 5,03; completa, 1,06 gradi +/- 4,31). Il contributo dei diversi flessori dell'anca alla limitazione dell'estensione dell'anca era diverso tra i soggetti con BH e quelli con LBP. I soggetti con BH hanno dimostrato un effetto dell'angolo del ginocchio sull'estensione dell'anca quando l'anca era in abduzione zero (flessa, -11,43 gradi +/- 5,81; estesa, -2,49 gradi +/- 5,39), ma non quando l'anca era in abduzione completa (flessa, 1,74 gradi +/- 3,91; estesa, 1,89 gradi +/- 3,94). I soggetti con LBP hanno dimostrato un effetto dell'angolo del ginocchio sull'estensione dell'anca quando l'anca era in abduzione zero (flessa, -12,60 gradi +/- 4,91; estesa, -6,65 gradi +/- 5,03) e quando l'anca era in abduzione completa (flessa, -3,10 gradi +/- 5,53; estesa, -0,10 gradi +/- 5,18).	I risultati di questo studio dimostrano che la modifica dell'angolo articolare del ginocchio sul piano sagittale e dell'angolo articolare dell'anca sul piano frontale, durante il test della lunghezza dei flessori dell'anca, può influenzare la quantità di ROM passivo in estensione dell'anca. Il contributo di specifici muscoli flessori dell'anca a una limitazione dell'estensione dell'anca può variare a seconda della disfunzione di movimento dell'individuo. La modifica del test della lunghezza dei flessori dell'anca, come descritto, dovrebbe fornire informazioni sui muscoli specifici che contribuiscono alla limitazione dell'estensione dell'articolazione dell'anca.
---	---	-------------------------------------	------------------	--------------------------	---	---

Categoria cammino:

21 studi inclusi di cui 18 studi osservazionali e 3 revisioni sistematiche sono stati inseriti nella categoria cammino. (46,93,94,103-120).

In questa categoria non sono state indagate altre sottocategorie.

I risultati e le caratteristiche di ogni studio sono riportati nella tabella seguente:

6STUDIO	AUTORE E ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI	TIPOLOGIA E DURATA LBP	RISULTATI	CONCLUSIONI
Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Migueléiz AI, Ceballos-Laita L. Adaptations in pelvis, hip and knee kinematics during gait and muscle extensibility in low back pain patients: A cross-sectional study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2020;33(1):49-56. doi: 10.1016/j.jgaitpost.2016.06.025. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27388960.	Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Migueléiz AI, Ceballos-Laita L. 2020	Cross-sectional case control study	20 sani vs 20 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Aumento del tilt pelvico, angolo di valgismo del ginocchio e diminuzione estensione dell'anca nel gruppo LBP. Diminuzione dell'estensibilità dei muscoli flessori dell'anca dell'AI dominante e degli abduttori dell'anca nel gruppo LBP.	I risultati di questo studio suggeriscono che i pazienti affetti da LBP meccanico non specifico presentano differenze nella cinematica del bacino, dell'anca e del ginocchio sul piano sagittale e frontale durante la deambulazione e una minore estensibilità dei muscoli flessori e abduttori dell'anca rispetto ai soggetti asintomatici.
Pakzad M, Fung J, Preuss R. Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. Gait Posture. 2016 Sep;49:73-77. doi: 10.1016/j.jgaitpost.2016.06.025. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27388960.	Pakzad M, Fung J, Preuss R. 2016	Cross-sectional study	15 sani vs 30 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Maggiore attivazione del muscolo Multifido e retto addominale nei pazienti lbp rispetto ai sani.	Lo studio supporta la teoria della "guarding strategy", dimostrando come nei soggetti LBP, durante un task di cammino, ci sia una maggiore attivazione della muscolatura del tronco.
Kim SH, Park KN, Kwon OY. Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain: The STROBE study. Medicine (Baltimore). 2017 Oct;96(42):e8250. doi: 10.1097/MD.00000000000008250. PMID: 29049215; PMCID: PMC5662381.	Kim SH, Park KN, Kwon OY. 2017	Cross-sectional case control study	15 sani vs 30 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Attivazione del muscolo Obliquo Interno significativamente ridotta nei gruppi LBP rispetto al gruppo di controllo durante il cammino.	Lo studio indica come vi sia una differenza dell'attività muscolare del muscolo Obliquo Interno seppur non ci siano differenze nell'attività degli altri muscoli addominali (obliquo esterno e retto addominale).
Lamoth CJ, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PI, Beek PJ. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. Eur Spine J. 2006 Jan;15(1):23-40. doi: 10.1007/s00586-004-0825-y. Epub 2005 Apr 29. PMID: 15864670; PMCID: PMC3454567.	Lamoth CJ, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PI, Beek PJ. 2006	Cross-sectional case control study	14 sani vs 19 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Velocità di cammino mediamente ridotta nel gruppo LBP. Il timing intersegmentale sul piano frontale è risultato più variabile nel gruppo LBP rispetto ai partecipanti mentre risulta meno variabile nell'analisi sul piano trasversale durante il cammino.	L'andatura dei partecipanti con LBP è caratterizzata da una minor variabilità cinematica sul piano trasversale e caratterizzata da una coordinazione più variabile sul piano frontale
Taylor N, Goldie P, Evans O. Movements of the pelvis and lumbar spine during walking in people with acute low back pain. Physiother Res Int. 2004;9(2):74-84. doi: 10.1002/pri.304. PMID: 15317422.	Taylor N, Goldie P, Evans O. 2004	Cross-sectional case control study	11 sani vs 11 lbp	lbp acuto non specifico	Velocità di cammino ridotta nei soggetti con LBP acuto rispetto al gruppo di controllo e rispetto ai soggetti con risoluzione dei sintomi a 6 settimane. Non ci sono particolari differenze nei movimenti angolari di pelvi e colonna lombare tra acute low back pain e gruppo di controllo. L'ampiezza dei movimenti sul piano frontale del bacino e della colonna vertebrale lombare è stata correlata negativamente con l'intensità del dolore.	È improbabile che la misurazione dei movimenti pelvici e lombari durante la deambulazione abbia applicazioni cliniche utili per i singoli individui o per la discriminazione tra persone con e senza disabilità.
Hines MG, Tillin NA, Luo J, Lee RYW. Passive elastic contribution of hip extensors to joint moments during walking in people with low back pain. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2018 Dec;60:134-140. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.10.012. Epub 2018 Oct 14. PMID: 30355537.	Hines MG, Tillin NA, Luo J, Lee RYW. 2018	Cross-sectional case control study	27 sani vs 25 lbp	lbp non specifico	nessuna differenza significativa tra i gruppi per quanto riguarda i parametri dell'andatura o gli angoli di movimento attivi dell'anca o del ginocchio. Differenze significative nei momenti angolari passivi dei flessori dell'anca durante la seconda metà della flessione dell'anca.	Soggetti con LBP presentano un momento angolare di estensione dell'anca passivo alterato rispetto ai soggetti sani durante il cammino.
Lamoth CJ, Daffertshofer A, Meijer OG, Beek PJ. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. Gait Posture. 2006 Feb;23(2):230-9. doi: 10.1016/j.jgaitpost.2005.02.006. PMID: 16399520.	Lamoth CJ, Daffertshofer A, Meijer OG, Beek PJ. 2006	Cross-sectional case control study	12 sani vs 12 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Rispetto ai controlli sani, le persone con LBP hanno mostrato una ridotta capacità di adattare la coordinazione tronco-pelvica e l'attività dei muscoli ES (erettore spinale) alle variazioni di velocità.	L'alterazione della coordinazione e del controllo muscolare può riflettere il tentativo di stabilizzare la colonna vertebrale e di prevenire il verificarsi di perturbazioni inattese.
Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI, van Dieën JH, Levin MF, Beek PJ. Pelvis- thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2002 Feb 15;27(4):E92-9. doi: 10.1097/00007632-200202150-00016. PMID: 11840116.	Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI, van Dieën JH, Levin MF, Beek PJ. 2002	Cross-sectional case control study	19 sani vs 39 lbp	lbp non specifico	Non sono state riscontrate differenze significative tra i gruppi per quanto riguarda l'ampiezza del movimento di pelvi e rotazione toracica. La fase di Fourier della deambulazione era significativamente più piccola nei pazienti LBP per velocità maggiori o pari a 3,8 km/h	Rispetto ai partecipanti sani, l'andatura dei pazienti con lombalgia era caratterizzata da una coordinazione bacino-torace più rigida e meno flessibile, in assenza di differenze significative nella cinematica delle rotazioni delle componenti.
Smith JA, Stabbert H, Bagwell JJ, Teng HL, Wade V, Lee SP. Do people with low back pain walk differently? A systematic review and meta-analysis. J Sport Health Sci. 2022 Jul;11(4):450-465. doi: 10.1016/j.jshs.2022.02.001. Epub 2022 Feb 10. PMID: 35151908; PMCID: PMC9338341.	Smith JA, Stabbert H, Bagwell JJ, Teng HL, Wade V, Lee SP. 2022	Systematic review and meta-analysis			Rispetto ai soggetti sani, i soggetti con LBP persistente camminavano più lentamente e con una lunghezza del passo inferiore. Non sono state riscontrate differenze nell'ampiezza del movimento della colonna vertebrale toracica o lombare, del bacino o delle anche nei soggetti con LBP. Durante la deambulazione, la coordinazione del movimento tra il torace e la colonna vertebrale lombare/pelvi era significativamente più in-phase nei gruppi con LBP persistente, e i soggetti con LBP persistente mostravano una maggiore attivazione dei muscoli paraspinali.	Esiste un'evidenza da moderata a forte che i soggetti con LBP persistente presentano differenze nell'andatura del cammino rispetto ai controlli in buona salute.

Yazdani S, Dizji E, Alizadeh F, Hassanlouei H. Effect of chronic idiopathic low back pain on the kinetic gait characteristics in different foot masks. J Biomech. 2018 Oct 5;79:243-247. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.08.013. Epub 2018 Aug 22. PMID: 30195850.	Yazdani S, Dizji E, Alizadeh F, Hassanlouei H. 2018	Cross-sectional case control study	13 sani vs 11 lbp	lbp non specifico della durata maggiore di 3 mesi	la forza di reazione al suolo e l'impulso nelle aree mediale e laterale del mesopiede e dell'alluce dei pazienti erano significativamente inferiori rispetto ai controlli. Inoltre, questi pazienti hanno dimostrato una forza di reazione al suolo e un impulso maggiori nella maschera del 3-5° metatarso rispetto al gruppo di controllo. È stata riscontrata un'interazione significativa tra i fattori lombalgia e maschere del piede.	le forze di reazione al suolo e gli impulsi nelle diverse aree del piede sono influenzati dal LBP.
Homs AF, Dupeyron A, Torre K. Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. Pain. 2022 Jan 1;163(1):e31-e39. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002303. PMID: 34001770.	Homs AF, Dupeyron A, Torre K. 2022	monocentric case-control study	16 sani vs 16 lbp	lbp non specifico	L'analisi post hoc ha mostrato che, senza distrazione, i pazienti con cLBP avevano una complessità ST (stride time) significativamente inferiore rispetto ai controlli, ma quando si distraevano, riacquistavano la complessità dell'andatura, recuperando il livello dei controlli.	l'eccessiva attenzione al dolore causa la perdita di complessità e adattabilità nel gruppo LBP e spiega le alterazioni del controllo motorio con il dolore.
Buraschi R, Pollet J, Villafañe JH, Piovaneli B, Negrini S. Temporal and kinematic analyses of timed up and go test in chronic low back pain patients. Gait Posture. 2022 Jul;96:137-142. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.05.027. Epub 2022 May 26. PMID: 35635989.	Buraschi R, Pollet J, Villafañe JH, Piovaneli B, Negrini S. 2022	observational cross-sectional study	14 sani vs 31 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Il tempo medio di completamento del TUG $[12,2 \pm 3,5$ s per la cLBP; $8,1 \pm 0,9$ s per i sani] e la durata della maggior parte delle sottofasi differivano significativamente tra i gruppi ($p < 0,05$). Per quanto riguarda i parametri cinematici, sono state rilevate differenze significative ($p < 0,05$) soprattutto nelle componenti di accelerazione durante la fase da seduto a in piedi e da in piedi a in piedi, con il gruppo cLBP che ha mostrato accelerazioni più basse.	L'applicazione strumentale del TUG in una popolazione affetta da cLBP fornisce informazioni preziose sui comportamenti di movimento con una valutazione più approfondita della compromissione funzionale oggettiva e della disabilità rispetto al classico risultato dello stop-watch del TUG, consentendo eventualmente una migliore progettazione dell'intervento riabilitativo.
Ebrahimi S, Kamali F, Razeghi M, Haghpansh SA. Comparison of the trunk- pelvis and lower extremities sagittal plane inter-segmental coordination and variability during walking in persons with and without chronic low back pain. Hum Mov Sci. 2017 Apr;52:55-66. doi: 10.1016/j.humov.2017.01.004. Epub 2017 Jan 21. PMID: 28119210.	Ebrahimi S, Kamali F, Razeghi M, Haghpansh SA. 2017	Cross-sectional study	10 sani vs 10 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	L'analisi statistica ha rivelato una coordinazione tronco-pelvi più in-phase/meno variabile nel gruppo CLBP ($P < 0,05$). Il gruppo CLBP ha dimostrato un pattern di coordinazione bacino-coscia destro o sinistro meno variabile ($P < 0,05$). Inoltre, i valori MARP (mean absolute relative phase) di coscia-scafoide e di piede-scafoide sinistro nel gruppo CLBP erano più in fase rispetto ai valori MARP (mean absolute relative phase) del gruppo di controllo non CLBP durante la fase di swing ($P < 0,05$).	il modello e la variabilità della coordinazione sul piano sagittale degli arti inferiori, del bacino e del tronco potrebbero essere generalmente influenzati dalla CLBP durante la deambulazione. Questi cambiamenti possono essere possibili strategie di compensazione del sistema di controllo motorio che possono essere prese in considerazione nei soggetti con CLBP.
Ryan CG, Grant PM, Dall PM, Gray H, Newton M, Granat MH. Individuals with chronic low back pain have a lower level, and an altered pattern, of physical activity compared with matched controls: an observational study. Aust J Physiother. 2009;55(1):53-8. doi: 10.1016/s0004-9514(09)70061-3. PMID: 19226242.	Ryan CG, Grant PM, Dall PM, Gray H, Newton M, Granat MH. 2009	observational cross-sectional study	15 sani vs 15 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	In un giorno medio di 24 ore, il gruppo affetto da lombalgia cronica ha trascorso 0,7 ore in meno (95% CI da 0,3 a 1,1) camminando e ha fatto 3480 passi in meno (95% CI da 1754 a 5207) rispetto ai controlli sani. Hanno fatto 793 passi in meno al giorno (95% CI da -4 a 1591) durante le passeggiate moderate, 1214 passi in meno al giorno (95% CI da 425 a 2003) durante le passeggiate lunghe e 11 passi in meno al minuto (95% CI da 4 a 17) durante le passeggiate extra lunghe rispetto ai controlli sani.	I soggetti affetti da lombalgia cronica presentano un livello di attività fisica inferiore e un modello alterato rispetto ai controlli.
Changes in Trunk Variability and Stability of Gait in Patients with Chronic Low Back Pain: Impact of Laboratory versus Daily-Living Environments. Nishi Y, Shigetoh H, Fujii R, Osumi M, Morioka S. J Pain Res. 2021 Jun 10;14:1675-1686. doi: 10.2147/JPR.S310775. eCollection 2021. PMID: 34140804 Free PMC article.	Nishi Y, Shigetoh H, Fujii R, Osumi M, Morioka S. 2021	case control study	20 sani e 20 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	L'entropia campionaria multiscala non ha mostrato alcun effetto nella direzione antero-posteriore e ha mostrato entrambi gli effetti nella direzione medio-laterale. Gli esponenti massimi di Lyapunov hanno mostrato entrambi gli effetti in direzione antero-posteriore, ma nessuno in direzione mediale-laterale. Questi cambiamenti del controllo motorio del tronco nei pazienti affetti da CLBP sono risultati correlati all'intensità del dolore, alla paura del movimento e/o alla QOL nell'ambiente di vita quotidiana, ma non nell'ambiente di laboratorio.	Questi risultati hanno rivelato che i pazienti affetti da CLBP presentano cambiamenti nella variabilità del tronco e nella stabilità dell'andatura a seconda dell'ambiente, e hanno dimostrato che questi cambiamenti sono correlati al dolore, alla paura e alla QOL.
Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain. van den Hoorn W, Bruijn SM, Meijer OG, Hodges PW, van Dieën JH. J Biomech. 2012 Jan 10;45(2):342-7. doi: 10.1016/j.jbiomech.2011.10.024. Epub 2011 Nov 10. PMID: 22078275 Clinical Trial.	van den Hoorn W, Bruijn SM, Meijer OG, Hodges PW, van Dieën JH. 2012	case control study	12 sani vs 13 lbp	lbp non specifico	La variabilità del movimento del tronco (torace rispetto al bacino) era inferiore, la covarianza tra le rotazioni residue dei movimenti del bacino e del torace era maggiore e i coefficienti di regressione lineare erano più vicini a 1 ($P = 0,05$) nel gruppo LBP.	Questi dati dimostrano che le persone con LBP presentano una minore variabilità delle rotazioni del tronco, come risultato dell'accoppiamento delle deviazioni delle rotazioni residue in un segmento con deviazioni di forma (correlazione) e ampiezza (coefficiente di regressione) simili nell'altro segmento. Questi risultati supportano la tesi secondo cui le persone con LBP adottano una strategia di movimento protettiva, probabilmente attraverso una maggiore rigidità del tronco.

Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain. Lamothe CJ, Stins JF, Pont M, Kerckhoff F, Beek PJ. J Neuroeng Rehabil. 2008 Apr 25;13. doi: 10.1186/1743-0003-5-13. PMID: 18439264 Free PMC article.	Lamothe CJ, Stins JF, Pont M, Kerckhoff F, Beek PJ. 2008	case control study	14 sani vs 12 lbp	lbp non specifico	I soggetti affetti da LBP avevano una velocità di deambulazione inferiore, e di conseguenza una lunghezza del passo minore e una fase relativa torace-pelvi più bassa. La variabilità della lunghezza della falcata era significativamente più bassa nel gruppo con LBP.	L'andatura nei soggetti affetti da LBP era caratterizzata da movimenti della parte superiore del corpo meno variabili. Ciò fornisce un'ulteriore prova del fatto che i soggetti affetti da LBP irrigidiscono il controllo dell'andatura e suggerisce una maggiore regolazione cognitiva della coordinazione dell'andatura nei soggetti affetti da LBP. Questi cambiamenti nella coordinazione dell'andatura riducono la capacità di affrontare perturbazioni inattese e sono quindi maladattativi.
Chronic Non-specific Low Back Pain and Motor Control During Gait. Koch C, Hänsel F. Front Psychol. 2018 Nov 23;9:2236. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02236. eCollection 2018. PMID: 30532718 Free PMC article.	Koch C, Hänsel F. 2018	systematic review			I risultati hanno mostrato che le persone con e senza LBP non specifico differivano in diversi parametri del controllo motorio, come indicato da una minore ampiezza di movimento del bacino, da una maggiore coordinazione in-phase, da forze di reazione al suolo più basse, da una maggiore variabilità da passo a passo e da una maggiore attività dei muscoli erettori spinali nei soggetti con LBP.	Nonostante non vi sia una forte evidenza per nessuno dei parametri, una combinazione di parametri biomeccanici e neuromuscolari fornisce una spiegazione conclusiva. L'alterazione del controllo motorio durante la deambulazione si riflette in una maggiore attività degli erettori spinali, che porta a un irrigidimento della regione lombare-pelvica.
Effects of sudden walking perturbations on neuromuscular reflex activity and three-dimensional motion of the trunk in healthy controls and back pain symptomatic subjects. Mueller J, Engel T, Mueller S, Stoll J, Baur H, Mayer F. PLoS One. 2017 Mar 20;12(3):e0174034. doi: 10.1371/journal.pone.0174034. eCollection 2017. PMID: 28319133 Free PMC article.	Mueller J, Engel T, Mueller S, Stoll J, Baur H, Mayer F. 2017	case control study	8 sani vs 14 bpp	lbp non specifico	L'analisi del ROM sul ciclo di falcata non perturbato non ha rivelato differenze tra i gruppi. La BPP ha mostrato una postura flessa significativamente più elevata durante la camminata normale.	i pazienti con LBP presentano tempi di risposta muscolare e postura del tronco ridotti, soprattutto nei piani sagittale e trasversale, rispetto ai sani. Ciò potrebbe indicare una ridotta stabilità del tronco e un carico maggiore durante le perturbazioni dell'andatura.
Trunk muscles activation pattern during walking in subjects with and without chronic low back pain: a systematic review. Ghamkhar L, Kahlaee AH. PM R. 2015 May;7(5):519-26. doi: 10.1016/j.pmrj.2015.01.013. Epub 2015 Jan 26. PMID: 25633636 Review.	Ghamkhar L, Kahlaee AH. 2015	Systematic review			Il livello di attività dei muscoli multifido (MF), erettore spinale (ES), obliquo esterno (EO) e retto addominale (RA) è risultato aumentato nei soggetti con LBP rispetto ai controlli. L'attività dell'ES nei soggetti con LBP non è risultata adattabile alle alterazioni della velocità di deambulazione come nei controlli sani.	I soggetti con LBP cronico presentano una maggiore attività muscolare globale del tronco. Sembra che l'aumento della velocità di deambulazione metta a dura prova la stabilità della colonna vertebrale e che il sistema di controllo aumenti l'attivazione muscolare e il livello di variabilità per far fronte a questo problema.
Non-specific chronic low back pain elicits kinematic and neuromuscular changes in walking and gait termination. Rum L, Brasiliano P, Vannozzi G, Laudani L, Macaluso A. Gait Posture. 2021 Feb;84:238-244. doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.12.005. Epub 2020 Dec 28. PMID: 33383534	Rum L, Brasiliano P, Vannozzi G, Laudani L, Macaluso A. 2021	Cross-sectional case control study	11 sani vs 11 lbp	LBP non specifico della durata maggiore di 3 mesi	Il gruppo CLBP ha riportato un maggiore ROM trasversale del segmento lombare durante la deambulazione rispetto ai controlli sani. Nel gruppo CLBP è stata osservata una maggiore variabilità complessiva del movimento sul piano trasversale durante la deambulazione.	La CLBP può provocare un movimento più ampio e variabile della parte superiore del corpo durante la deambulazione e il GT (gait termination), soprattutto nel piano trasversale e a livello lombare. Le alterazioni del controllo motorio della parte superiore del corpo sembrano dipendere dal compito, dal piano di movimento e dal livello segmentale.

Categoria fattori psicosociali:

11 studi inclusi di cui 11 studi osservazionali. (92-102)

In questa categoria non sono state indagate altre sottocategorie.

I risultati e le caratteristiche di ogni studio sono riportati nella tabella seguente:

STUDIO	AUTORE E ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI	TIPOLOGIA E DURATA LBP	RISULTATI	CONCLUSIONI
Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pfingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. Clin J Pain. 2015 Oct;31(10):876-85. doi: 10.1097/AJP.000000000000190. PMID: 25503596.	Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pfingsten M, Falla D. 2015	Case-control study	20 persone con chronic nonspecific LBP vs 19 soggetti sani	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi con periodi di peggioramento e remissione dei sintomi negli ultimi 6 mesi	In tutti i movimenti, i soggetti con LBP hanno mostrato un ROM inferiore del 10%-15% (P<0,05) e un AAV inferiore del 15%-30% (P<0,05) sia a livello pelvico che lombare rispetto ai controlli. Il ROM e l'AAV, nella maggior parte dei casi, erano correlati negativamente (R=-0,49-0,75) con la Tampa Scale of Kinesiophobia, la Pain Catastrophizing Scale e lo Spielberger State-Trait Anxiety Inventory nel gruppo con LBP (tutti P<0,05), soprattutto durante la fase iniziale di discesa del movimento.	I risultati mostrano che le misurazioni della velocità, piuttosto che del ROM, presentano le maggiori differenze nei soggetti con LBP rispetto ai partecipanti asintomatici. La compromissione del movimento lombare e del bacino è stata correlata al grado di ansia, paura e catastrofizzazione dei soggetti affetti da LBP.
Pakzad M, Fung J, Preuss R. Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. Gait Posture. 2016 Sep;49:73-77. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.025. Epub 2016 Jun 21. PMID: 27388960.	Pakzad M, Fung J, Preuss R. 2016	Case- control study	30 individui con LBP cronico sono stati divisi in due gruppi età e genere correlato, poi sono stati divisi in due gruppi basandosi sui risultati della compilazione della Pain Catastrophizing Scale. Un terzo gruppo di 15 soggetti sani è stato reclutato	Non specific low back pain della durata maggiore di tre mesi con un'intensità di dolore maggiore di 2/10 NPRS	Gli individui con LBP che presentano maggior catastrofizzazione presentano maggiore attivazione della muscolatura del tronco durante il cammino se comparati a soggetti sani. Inoltre il gruppo di individui con LBP e maggiore catastrofizzazione presenta una minor velocità di cammino autoregolata rispetto ai soggetti sani.	I risultati dello studio forniscono un'associazione tra la catastrofizzazione e comportamenti neuromotori alterati durante il cammino, sottolineando la natura BPS del LBP.
Kim SH, Park KN, Kwon OY. Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain: The STROBE study. Medicine (Baltimore). 2017 Oct;96(42):e8250. doi: 10.1097/MD.00000000000008250. PMID: 29049215; PMCID: PMC5662381.	Kim SH, Park KN, Kwon OY. 2017	case- control, cross-sectional study	30 individui con LBP, poi divisi in due gruppi riportanti LLBP e HLBP (rispettivamente low-pain intensity e high-pain intensity) e 15 soggetti sani	LBP ricorrente non specifico che persiste da più di 7 settimane	I pazienti nel gruppo HLBP presentano un punteggio di VAS e una RMDQ significativamente maggiori rispetto al gruppo LLBP. Se comparati al gruppo di controllo i pazienti HLBP hanno una attività del muscolo obliquo interno di destro significativamente ridotta durante la fase di swing sinistra. Tra pazienti HLBP e LLBP non vengono riportate particolari variazioni durante il cammino. Viene però sottolineata la correlazione tra cammino e misure cliniche come VAS, RMDQ, ODI e FABQ).	Non sono state individuate differenze nell'attività muscolare addominale durante il cammino tra gruppi HLBP e LLBP. Il muscolo obliquo interno ha rivelato una ridotta attivazione durante fasi del passo nei gruppi LBP rispetto al gruppo di controllo. I livelli di disabilità correlati al LBP e i comportamenti di evitamento sono correlati all'attività dei muscoli obliquo esterno e obliquo interno.
Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. Lumbar range of motion in chronic low back pain is predicted by task-specific, but not by general measures of pain-related fear. Eur J Pain. 2019 Jul;23(6):1171-1184. doi: 10.1002/ejp.1384. Epub 2019 Mar 11. PMID: 30793429.	Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. 2019	cross-sectional study	54 soggetti sani e 55 soggetti con CNSLBP	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi	Il ROM lombare è stato previsto dalle misure task specifiche, ma non da quelle generali della paura legata al dolore. Rispetto alle persone sane, i pazienti con CLBP hanno utilizzato un ROM significativamente inferiore, ad eccezione del sottogruppo con un punteggio basso sulla misura specifica della paura legata al dolore, che ha utilizzato un ROM simile.	I nostri risultati suggeriscono di utilizzare misure specifiche della paura legata al dolore quando si valuta la relazione con il movimento. Sarebbe interessante indagare se la riduzione della paura specifica del compito modifichi il comportamento di movimento protettivo.
Fujii R, Imai R, Tanaka S, Morioka S. Kinematic analysis of movement impaired by generalization of fear of movement-related pain in workers with low back pain. PLoS One. 2021 Sep 17;16(9):e0257231. doi: 10.1371/journal.pone.0257231. PMID: 34534260; PMCID: PMC8448367.	Fujii R, Imai R, Tanaka S, Morioka S. 2021	cross-sectional study	35 partecipanti con LBP (gruppo LBP: 26 maschi, 9 femmine) e 20 soggetti sani (gruppo HC)	Non specific low back pain da più di 4 settimane	Individui con LBP mostrano una ridotta estensione di tronco durante un task di sollevamento. la relazione tra il punteggio VAS relativo all'intensità del dolore nelle ultime 4 settimane e la velocità angolare di picco dell'estensione del tronco viene mediata dal punteggio della TSK.	La paura generalizzata del dolore legato al movimento può contribuire alla compromissione del movimento del tronco.
Sung W, Abraham M, Plastaras C, Silfies SP. Trunk motor control deficits in acute and subacute low back pain are not associated with pain or fear of movement. Spine J. 2015 Aug 1;15(8):1772-82. doi: 10.1016/j.spinee.2015.04.010. Epub 2015 Apr 8. PMID: 25862508; PMCID: PMC4516579.	Sung W, Abraham M, Plastaras C, Silfies SP. 2015	cross-sectional study	Sono stati identificati 33 pazienti con LBP da acuto a subacuto che presentavano alterazioni di movimento del tronco e 33 controlli sani abbinati per sesso, età e indice di massa corporea.	LBP non specifico con durata minore di 3 mesi e un dolore medio maggiore di 3/10 della scala NPRS	Il controllo posturale dei pazienti nella condizione di occhi chiusi (p=.02) e la precisione del movimento (p=.04) erano significativamente compromessi rispetto ai controlli sani. Queste alterazioni del controllo motorio del tronco non erano associate in modo significativo alle caratteristiche del dolore e alla paura del movimento riferite dai pazienti.	I pazienti con impairment di controllo motorio del tronco hanno dimostrato una riduzione del controllo motorio del tronco, suggerendo che le alterazioni della propriocezione, dell'output motorio o dell'elaborazione centrale si verificano nelle prime fasi dell'episodio di mal di schiena.
Zhang C, Zhang Z, Li Y, Feng C, Meng H, Gao Y, Lo WLA, Wang C. Pain Catastrophizing Is Related to Static Postural Control Impairment in Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. Pain Res Manag. 2020 Oct 28;2020:9629526. doi: 10.1155/2020/9629526. PMID: 33193926; PMCID: PMC7641713.	Zhang C, Zhang Z, Li Y, Feng C, Meng H, Gao Y, Lo WLA, Wang C. 2020	Cross-sectional study	Sono stati reclutati 68 partecipanti con NSCLBP e 40 partecipanti sani.	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi	I risultati hanno osservato un'area di oscillazione del COP più grande nel gruppo NSCLBP in condizione di occhi chiusi e un livello inferiore di attivazione volontaria del muscolo trasverso addominale bilaterale (TrA) (p < 0,001), rispetto al gruppo di controllo sano. Le analisi MLR (regressione lineare) hanno rivelato che l'oscillazione dell'area COP in condizioni di occhi chiusi era significativamente associata al punteggio PCS (pain catastrophizing scale)/helplessness del PCS, all'attivazione volontaria del muscolo TrA sinistro e all'età nei partecipanti con NSCLBP.	Il controllo posturale statico era associato alla catastrofizzazione del dolore, all'attivazione volontaria del TrA e all'età dei partecipanti con NSCLBP. Ciò indica che la catastrofizzazione del dolore può influenzare il controllo posturale e dovrebbe essere presa in considerazione nell'interpretazione dei risultati dei test di equilibrio e nella gestione del NSCLBP.

Larivière C, Bilodeau M, Forget R, Vadeboncoeur R, Mecheri H. Poor back muscle endurance is related to pain catastrophizing in patients with chronic low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Oct 15;35(22):E1178-86. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e53334. PMID: 20881658.	Larivière C, Bilodeau M, Forget R, Vadeboncoeur R, Mecheri H. 1976	Cross-sectional study	27 soggetti con CLBP non specifico (14 uomini) e 31 controlli sani (17 uomini)	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi	Le differenze tra i sottogruppi sani e quelli affetti da CLBP sono state osservate soprattutto quando i pazienti sono stati suddivisi in base ai punteggi di catastrofizzazione del dolore (PCS). I pazienti con PCS elevato hanno mostrato un PTend significativamente più basso rispetto a quelli con PCS basso. Vari indici EMG hanno mostrato risultati comparabili al PTend. Tuttavia, alcuni di loro hanno anche sottolineato che i pazienti con PCS basso erano più resistenti alla fatica e mostravano modelli di attivazione diversi rispetto ai soggetti sani.	Questi risultati suggeriscono che il decondizionamento fisico specifico della capacità muscolare della schiena era presente in un sottogruppo di pazienti, mentre in un altro sottogruppo è stato osservato l'opposto; la catastrofizzazione del dolore è correlata a questo risultato. Questi risultati supportano i precedenti modelli teorici di dolore/disabilità.
Smeets RJ, van Geel KD, Verbunt JA. Is the fear avoidance model associated with the reduced level of aerobic fitness in patients with chronic low back pain? Arch Phys Med Rehabil. 2009 Jan;90(1):109-17. doi: 10.1016/j.apmr.2008.07.009. PMID: 19154837.	Smeets RJ, van Geel KD, Verbunt JA. 2009	Case-comparison study	Pazienti con CLBP (n=223) e dati normativi di soggetti sani (n=18.082).	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi	È stato possibile calcolare il VO2max in 175 (78%) dei pazienti. Sia gli uomini che le donne con CLBP avevano un VO2max significativamente inferiore a quello atteso (10,3mL/kg di massa corporea magra (LBM)xmin(-1) e 6,5mL/kg di LBMxmin(-1), rispettivamente; P<.001). I livelli di attività durante il tempo libero e il lavoro/famiglia erano significativamente associati a questo ridotto livello di fitness aerobico. Tuttavia, le variabili del modello di evitamento della paura non lo erano.	La maggior parte dei pazienti con disabilità associata a CLBP presenta un livello inferiore di fitness aerobico, ma questo non è associato all'evitamento della paura.
Homs AF, Dupeyron A, Torre K. Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. Pain. 2022 Jan 1;163(1):e31-e39. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002303. PMID: 34001770.	Homs AF, Dupeyron A, Torre K. 2022	Cross-sectional study	16 pazienti con CLBP e 16 soggetti sani	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi	L'analisi post hoc ha mostrato che, senza distrazione, i pazienti con cLBP avevano una complessità di cammino significativamente inferiore rispetto ai controlli, ma quando si distraevano, riacquistavano la complessità dell'andatura, recuperando il livello del gruppo di controllo	l'eccessiva attenzione al dolore causa la perdita di complessità e adattabilità nella LBP e spiega le alterazioni del controllo motorio con il dolore
Motor performance in chronic low back pain: is there an influence of pain-related cognitions? A pilot study. Kusters D, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ. BMC Musculoskelet Disord. 2011 Sep 27;12:211. doi: 10.1186/1471-2474-12-211. PMID: 21951591 Free PMC article.	Kusters D, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ.	Cross-sectional study	13 pazienti con CLBP e 15 soggetti sani	Non specific low back pain della durata maggiore a tre mesi	I pazienti sono risultati più lenti in tutte le condizioni rispetto ai soggetti sani. Per quanto riguarda la condizione di provocazione, i pazienti hanno mostrato un peggioramento delle prestazioni rispetto ai soggetti sdraiati, mentre le prestazioni dei soggetti sani sono rimaste uguali tra queste due condizioni. Un'ulteriore analisi dei dati dei pazienti ha mostrato che la provocazione ha avuto successo nel 54% dei pazienti.	Si può concludere che i pazienti affetti da CLBP in generale hanno prestazioni motorie peggiori rispetto ai soggetti sani e che la provocazione di cognizioni legate al dolore ha ulteriormente peggiorato le prestazioni.

DISCUSSIONE

L'obiettivo di questo elaborato era quello di rilevare le modifiche muscolo-scheletriche, sia in termini articolari, muscolari e di performance, durante task motori, indotte da una problematica di mal di schiena, al fine di permettere la loro precoce individuazione in sede di valutazione funzionale e inserimento negli obiettivi di trattamento del LBP.

La letteratura riguardante questo argomento è tanto vasta quanto eterogenea, motivo per il quale è stato opportuno suddividere gli studi in categorie sulla base dell'argomento trattato e analizzare ogni categoria in maniera a sé stante.

Equilibrio e controllo motorio:

Per quanto riguarda la **capacità di riposizionamento e equilibrio** notiamo come nella maggior parte degli studi presi in considerazione, entrambe queste caratteristiche risultino alterate nei soggetti con LBP. (46-56,75,). I soggetti con LBP tendono sia a presentare una minor qualità del movimento che una difficoltà ad adattare le strategie motorie ai cambiamenti posturali (46), sia a presentare un deficit di posizione spinale neutra (48). Sembra che la strategia di mantenimento dell'equilibrio e del COP all'interno della base d'appoggio, utilizzata dai soggetti con LBP, sia una strategia di caviglia (53, 57, 78), probabilmente questo a causa della già aumentata attività della muscolatura paravertebrale (50). Sono necessari maggiori studi per verificare la causalità di questa modificazione rispetto ai sani. Negli studi compresi in questa categoria è stata molto indagata la capacità di riposizionamento dei soggetti (48,49,52,54,55,58) e si conclude con una peggiore performance da parte dei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani, sia in termini di qualità che di quantità di movimento. Newcomer et al, a differenza degli altri studi ha confrontato anche l'errore di riposizionamento in estensione del tronco, che appare simile all'errore dei sani. (49). Mentre risulta molto maggiore l'errore durante il movimento di flessione anteriore. L'autore conclude ipotizzando come un maggior coinvolgimento dei meccanocettori delle faccette articolari della colonna vertebrale possa influenzare la capacità di riposizionamento dei soggetti e spiegare questa differenza. È necessario indagare più approfonditamente queste differenze perché è stata presa in considerazione solo una spiegazione biomeccanica, senza considerare l'aspetto psicosociale del movimento di flessione anteriore che spesso viene associato come pericoloso dai clinici e dai soggetti con LBP. (130)

È dunque utile per i clinici considerare l'equilibrio nella valutazione del paziente con LBP ma non è chiaro l'effetto del dolore su di esso e viceversa. (131).

Per quanto riguarda la **relazione tra controllo motorio e respirazione** (62-63) notiamo come anche qui il dolore alteri il pattern respiratorio della popolazione con LBP (62). Roussel e colleghi hanno valutato il pattern respiratorio di soggetti LBP e soggetti sani sia a riposo che durante l'esecuzione

di test di controllo motorio (bent knee fall out e active straight leg raise). A riposo non sono state individuate particolari differenze tra i due gruppi, mentre durante i test di controllo motorio è stata osservata una significativa alterazione del pattern di respirazione da parte dei pazienti con LBP. Sembra che la severità del dolore non fosse correlata con l'alterazione del pattern respiratorio ma quest'ultima fosse più correlata alla disfunzione di controllo motorio. (62)

Grimstone e colleghi hanno invece valutato a quale grado di alterazione posturale la respirazione fosse alterata nei soggetti sani e con LBP (63). I ritrovati dello studio ci dicono che nella posizione rilassata i soggetti LBP presentavano un maggior spostamento del loro centro di pressione associato alla respirazione rispetto al gruppo di controllo. I dati prodotti ci suggeriscono che i soggetti con LBP utilizzano strategie meno efficaci per trovare compensi anche di tipo respiratorio (63).

Seppur dobbiamo tenere in considerazione il peso degli articoli analizzati, notiamo come via via un legame tra respirazione e controllo motorio e questa dovrebbe essere inserita nella valutazione del paziente con LBP come gesto motorio.

Ora analizzeremo le **differenze di strategie di controllo motorio tra soggetti sani e soggetti con LBP**. Dall'analisi degli studi presi in considerazione notiamo come i soggetti con LBP presentino un'attività muscolare addominale aumentata rispetto ai sani (64,71,79) che potrebbe essere dovuta al tentativo del paziente di evitare l'aggravarsi della sintomatologia (67,85). Sono necessari altri studi per verificare questa ipotesi. Sembra, inoltre, che vi sia una correlazione tra catastrofizzazione e controllo motorio statico della postura nei soggetti con LBP (70), questo ritrovato può essere utile al clinico in fase valutativa del paziente con LBP perché sapendo ciò, se ai questionari che valutano la catastrofizzazione il paziente dovesse avere un punteggio alto, potremmo aspettarci un impairment del controllo motorio. Dai risultati degli studi inclusi si può affermare che il controllo motorio risulta alterato nel paziente con LBP rispetto ai sani (72,81,82, 83, 84,87) valutato sia statico (86,89 che dinamico (84, 85, 89) che in varie posizioni come seduto (86), in piedi (83), durante movimenti della colonna vertebrale (84). È quindi fondamentale comprendere sia la valutazione che il trattamento del controllo motorio per quanto riguarda il paziente con LBP.

In questa categoria abbiamo riservato un capitolo a parte per quanto riguarda **l'acuità tattile dei soggetti con LBP** (88-91) la quale sembra essere ridotta in tutti gli studi analizzati tranne che nello studio di Meier et al del 2021 (91) nel quale i due gruppi di soggetti sani e soggetti con LBP non dimostravano differenze significative al Two Point Discrimination Test (TPD) e al Back Photo Assessment. Nello studio di Loumajoki et al (89) viene non solo valutata l'acuità tattile dei soggetti tramite TPD ma anche la sua relazione con la performance di task della colonna lombare. I risultati di questo studio ci dicono che un'aumentata soglia TPD sia correlata ad una peggiore performance di task motori a livello della colonna lombare. Anche questo ritrovato torna utile al clinico in fase

valutativa e di monitoraggio del paziente con LBP anche considerando la velocità di esecuzione del TPD test e la sua elevata affidabilità sia intra che inter-operatore. (132)

Fattori psicosociali:

Ad oggi viene sempre data più importanza ai fattori psicosociali soprattutto all'interno della gestione di condizioni ad alta probabilità di persistenza e cronicizzazione come il LBP (133).

Gli 11 studi analizzati in questa revisione vanno ad analizzare le differenze che ci possono essere tra soggetti con e senza LBP in termini di catastrofizzazione, kinesiophobia, comportamenti evitanti e grado d'ansia (92-102).

Fuji et al nel loro cross-sectional study del 2021 affermano di come la paura generalizzata del dolore legato al movimento possa contribuire alla compromissione del movimento del tronco (96), questi ritrovati vengono supportati anche da altri studi all'interno della nostra revisione (92,95,98), sottolineando l'importante interazione tra kinesiophobia e alterazioni del controllo motorio.

Kusters et al nel 2011 si è chiesto se la pain related cognition possa influenzare le performance motorie nei soggetti con low back pain cronico ed è risultato che effettivamente i soggetti LBP si muovono più lentamente rispetto ai soggetti sani ma che se provocati con cognizioni legate al dolore questi tendono a peggiorare ulteriormente le prestazioni (102). Homs et al nel 2022 valuta la relazione tra complessità del cammino e attenzione al dolore nei soggetti con lbp, dal suo lavoro si evince che se i pazienti non venivano distratti dal dolore il loro cammino presentava una complessità decisamente inferiore rispetto ai controlli, mostrando un'alterazione del controllo motorio, mentre se venivano distratti essi recuperavano la complessità tipica dei soggetti sani. Concludono dicendo come l'eccessiva attenzione al dolore causa la perdita di complessità e adattabilità nel LBP e può spiegare le alterazioni del controllo motorio con il dolore (101).

Pakzad et al ha somministrato la Pain Catastrophizing Scale a dei soggetti con LBP dividendoli in gruppi ad alta e bassa catastrofizzazione (93). Il gruppo ad alta catastrofizzazione ha presentato una maggiore attivazione della muscolatura del tronco e una minor velocità durante il cammino se comparato a soggetti sani, anche questo ritrovato ci sottolinea la natura biopsicosociale del low back pain.

Negli 11 articoli analizzati ricorre il tema della forte correlazione tra fattori psicosociali e LBP, il clinico dovrebbe in fase sia valutativa che di trattamento analizzare con appositi strumenti la componente di catastrofizzazione, paura del movimento e ansia nei soggetti, poiché i valori di queste categorie potrebbero indirizzare il trattamento in maniera più precisa, utilizzando anche un approccio più cognitivo (133).

ROM:

Il Range Of Motion è uno dei parametri più valutati in ambito fisioterapico in qualsiasi distretto corporeo (129). Nel caso del LBP non vi sono test molto affidabili per quanto riguarda la valutazione della quantità di movimento di questa zona, se non l'utilizzo di apposite strumentazioni digitali (134). Laird et al nella sua revisione sistematica e meta-analisi del 2014 va a revisionare 43 studi con l'obiettivo di comparare le variabili cinematiche di persone con e senza LBP (127). Dai suoi risultati ritroviamo come vi sia un ROM lombare ridotto nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani e risulta come i soggetti con LBP si muovano più lentamente rispetto ai sani (127).

Van Dillen et al. Hanno invece valutato gli effetti della posizione di ginocchio e anca sul ROM in estensione di anca tra soggetti con e senza LBP (126),

Kulig et al invece hanno valutato il ROM segmentale dei soggetti con LBP confrontandolo con i soggetti sani (122), ritrovando un'ipermobilità segmentare lombare durante i test di mobilità con PA. Al-Eisa et al nel 2006 hanno prodotto un lavoro che differisce rispetto allo studio di Laird citato in precedenza poiché i gruppi LBP e sani non differivano nell'ampiezza totale di movimento ma il gruppo LBP mostrava un'asimmetria significativamente maggiore nel movimento principale (125), concludono indicando come l'asimmetria del movimento lombare possa essere un indicatore di deficit funzionale migliore rispetto al range assoluto di movimento nei soggetti con LBP.

Cammino:

Il cammino è spesso un item riferito come problematico nei pazienti con LBP (118), rappresentando una delle principali attività della vita quotidiana. Nella valutazione e nel trattamento, il cammino dev'essere indagato in quanto può darci informazioni molto importanti riguardo i comportamenti motori e i compensi del soggetto (118).

Negli studi indagati in questa tesi sembra che il cammino sia alterato nei soggetti con LBP (46, 93, 94, 105-118).

Jimenez et al va a confrontare il cammino tra sani e LBP notando come i soggetti con LBP presentino un aumento del tilt pelvico, dell'angolo di valgismo del ginocchio e diminuzione dell'estensione dell'anca rispetto al gruppo LBP (46), ritrovando anche una minore estensibilità dei muscoli flessori e abduttori dell'anca rispetto ai soggetti asintomatici.

La riduzione del movimento di estensione dell'anca viene riportata anche nel lavoro di Hines et al (105), suggerendo l'importanza di questa caratteristica nella gestione del paziente con LBP.

Lamoth et al si associano ai ritrovati di Laird et al (127) per quanto riguarda la velocità di movimento dei soggetti con LBP, che anche per quanto riguarda il cammino risulta ridotta (106), risultati che ritroviamo anche nel lavoro di Taylor e colleghi (104). La velocità del cammino risulta facilmente misurabile anche in un contesto clinico e facilmente controllabile con strumentazioni quali smartphone e applicazioni a cui la maggior parte delle persone può accedere al giorno d'oggi, specialmente nei paesi high-income (135).

Sempre Lamothe et al. Nel 2008 analizza la coordinazione durante la locomozione dei pazienti con LBP suggerendoci come vi sia una maggiore rigidità della parte superiore del tronco (107), dato ritrovato anche in altri lavori (103,106, 114). Questo adattamento che può essere considerato come adattativo nelle prime fasi di dolore risulta essere maladattativo se prolungato nel tempo (115). È quindi importante inserire non solo la valutazione degli arti inferiori durante il trattamento del paziente con LBP ma anche una valutazione del movimento della parte superiore del tronco, in modo da evitare l'instaurarsi di comportamenti maladattativi che potrebbero favorire il persistere della sintomatologia.

CONCLUSIONI:

La rilevazione di modifiche muscolo-scheletriche, sia in termini articolari, muscolari e di performance, durante i task motori, indotte da una problematica di mal di schiena rappresenta tutt'oggi un'importante sfida per i clinici. Seppur vi sia una notevole quantità di dati a disposizione, la vasta eterogeneità dei dati forniti non consente sempre di arrivare a conclusioni dalla forte significatività clinica.

La valutazione e il trattamento di equilibrio e controllo motorio, della respirazione, dell'acuità tattile possono essere importanti item da inserire nella gestione del paziente con LBP in quanto sembrano alterati in questa tipologia di pazienti.

Il cammino risulta essere una variabile di fondamentale importanza nella gestione del LBP in quanto fondamentale nelle attività della vita quotidiana e compromesso nei pazienti che soffrono di questa problematica. Importante la valutazione non solo degli arti inferiori durante il cammino ma anche della parte superiore del tronco che risulta avere movimenti più rigidi nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani, traducendosi in un comportamento maladattativo che potrebbe sostenere il persistere della sintomatologia.

La valutazione del ROM risulta essere importante nella gestione del paziente con LBP ma non dev'essere trattata come dato isolato, bensì contestualizzata anche alla qualità del movimento, che potrebbe targetizzare meglio gli obiettivi di trattamento del paziente.

Soprattutto negli ultimi anni la ricerca sta integrando la gestione del LBP in un'ottica sempre più biopsicosociale, quindi sia nella valutazione che nel trattamento dovranno essere presi in considerazione anche fattori quali la catastrofizzazione, l'ansia e la paura del movimento poiché vi è una forte correlazione con i cambiamenti motori che si ritrovano nei soggetti con LBP.

BIBLIOGRAFIA

1. Hutting N, Johnston V, Staal JB, Heerkens YF. Promoting the Use of Self-management Strategies for People With Persistent Musculoskeletal Disorders: The Role of Physical Therapists. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(4):212-215. doi:10.2519/jospt.2019.0605
2. Dionne CE, Dunn KM, Croft PR, et al. A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33(1):95-103. doi:10.1097/BRS.0b013e31815e7f94
3. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet.* 2018;391(10137):2356-2367. doi:10.1016/S0140-6736(18)30480-X
4. Walsh NE, Brooks P, Hazes JM, et al. Standards of care for acute and chronic musculoskeletal pain: the Bone and Joint Decade (2000-2010). *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(9):1830-1845. doi:10.1016/j.apmr.2008.04.009
5. Steenstra IA, Verbeek JH, Heymans MW, Bongers PM. Prognostic factors for duration of sick leave in patients sick listed with acute low back pain: a systematic review of the literature. *Occup Environ Med.* 2005;62(12):851-860. doi:10.1136/oem.2004.015842
6. Kent PM, Keating JL. The epidemiology of low back pain in primary care. *Chiropr Osteopat.* 2005;13:13. Published 2005 Jul 26. doi:10.1186/1746-1340-13-13
7. Thelin A, Holmberg S, Thelin N. Functioning in neck and low back pain from a 12-year perspective: a prospective population-based study. *J Rehabil Med.* 2008;40(7):555-561. doi:10.2340/16501977-0205
8. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 [published correction appears in *Lancet.* 2017 Jan 7;389(10064):e1]. *Lancet.* 2016;388(10053):1545-1602. doi:10.1016/S0140-6736(16)31678-6
9. Jeffries LJ, Milanese SF, Grimmer-Somers KA. Epidemiology of adolescent spinal pain: a systematic overview of the research literature. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(23):2630-2637. doi:10.1097/BRS.0b013e318158d70b
10. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Engberg M, Lauritzen T, Bruun NH, Manniche C. The course of low back pain in a general population. Results from a 5-year prospective study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2003;26(4):213-219. doi:10.1016/s0161-4754(03)00006-x

11. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010;24(6):769-781. doi:10.1016/j.berh.2010.10.002
12. van den Hoogen HJ, Koes BW, Devillé W, van Eijk JT, Bouter LM. The prognosis of low back pain in general practice. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(13):1515-1521. doi:10.1097/00007632-199707010-00019
13. Von Korff M, Deyo RA, Cherkin D, Barlow W. Back pain in primary care. Outcomes at 1 year. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18(7):855-862. doi:10.1097/00007632-199306000-00008
14. Von Korff M. Studying the natural history of back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(18 Suppl):2041S-2046S. doi:10.1097/00007632-199409151-00005
15. Chen C, Hogg-Johnson S, Smith P. The recovery patterns of back pain among workers with compensated occupational back injuries. *Occup Environ Med*. 2007;64(8):534-540. doi:10.1136/oem.2006.029215
16. Enthoven P, Skargren E, Oberg B. Clinical course in patients seeking primary care for back or neck pain: a prospective 5-year follow-up of outcome and health care consumption with subgroup analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(21):2458-2465. doi:10.1097/01.brs.0000143025.84471.79
17. Pengel LH, Herbert RD, Maher CG, Refshauge KM. Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *BMJ*. 2003;327(7410):323. doi:10.1136/bmj.327.7410.323
18. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *Eur Spine J*. 2003;12(2):149-165. doi:10.1007/s00586-002-0508-5
19. Shiban, Ehab, and Bernhard Meyer. "Treatment for Acute, Subacute and Chronic Low Back Pain." *Spine Surgery: A Case-Based Approach* (2019): 3-8.
20. Hüllemann P, Keller T, Kabelitz M, et al. Clinical Manifestation of Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain in Different Age Groups: Low Back Pain in 35,446 Patients. *Pain Pract*. 2018;18(8):1011-1023. doi:10.1111/papr.12704
21. Kovacs FM, Abaira V, Zamora J, Fernández C; Spanish Back Pain Research Network. The transition from acute to subacute and chronic low back pain: a study based on determinants of quality of life and prediction of chronic disability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(15):1786-1792. doi:10.1097/01.brs.0000172159.47152.dc
22. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017;389(10070):736-747. doi:10.1016/S0140-6736(16)30970-9
23. Bonita, Ruth, Robert Beaglehole, and Tord Kjellström. *Basic epidemiology*. World Health Organization, 2006.
24. HILL AB. THE ENVIRONMENT AND DISEASE: ASSOCIATION OR CAUSATION?. *Proc R Soc Med*. 1965;58(5):295-300.

25. Farre A, Rapley T. The New Old (and Old New) Medical Model: Four Decades Navigating the Biomedical and Psychosocial Understandings of Health and Illness. *Healthcare (Basel)*. 2017;5(4):88. Published 2017 Nov 18. doi:10.3390/healthcare5040088
26. Campbell P, Bishop A, Dunn KM, Main CJ, Thomas E, Foster NE. Conceptual overlap of psychological constructs in low back pain. *Pain*. 2013;154(9):1783-1791. doi:10.1016/j.pain.2013.05.035
27. Crombez G, Eccleston C, Van Damme S, Vlaeyen JW, Karoly P. Fear-avoidance model of chronic pain: the next generation. *Clin J Pain*. 2012;28(6):475-483. doi:10.1097/AJP.0b013e3182385392
28. Lee H, Hübscher M, Moseley GL, et al. How does pain lead to disability? A systematic review and meta-analysis of mediation studies in people with back and neck pain. *Pain*. 2015;156(6):988-997. doi:10.1097/j.pain.0000000000000146
29. Jackson T, Wang Y, Wang Y, Fan H. Self-efficacy and chronic pain outcomes: a meta-analytic review. *J Pain*. 2014;15(8):800-814. doi:10.1016/j.jpain.2014.05.002
30. Frost H, Klaber Moffett JA, Moser JS, Fairbank JC. Randomised controlled trial for evaluation of fitness programme for patients with chronic low back pain. *BMJ*. 1995;310(6973):151-154. doi:10.1136/bmj.310.6973.151
31. Dionne CE, Von Korff M, Koepsell TD, Deyo RA, Barlow WE, Checkoway H. Formal education and back pain: a review. *J Epidemiol Community Health*. 2001;55(7):455-468. doi:10.1136/jech.55.7.455
32. Goubert D, Oosterwijk JV, Meeus M, Danneels L. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. *Pain Physician*. 2016;19(7):E985-E1000.
33. Sions JM, Elliott JM, Pohlig RT, Hicks GE. Trunk Muscle Characteristics of the Multifidi, Erector Spinae, Psoas, and Quadratus Lumborum in Older Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017;47(3):173-179. doi:10.2519/jospt.2017.7002
34. Hodges PW, Richardson CA. 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):2640-2650. doi:10.1097/00007632-199611150-00014
35. Dubois JD, Abboud J, St-Pierre C, Piché M, Descarreaux M. Neuromuscular adaptations predict functional disability independently of clinical pain and psychological factors in patients with chronic non-specific low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2014;24(4):550-557. doi:10.1016/j.jelekin.2014.04.012

36. Richardson CA, Jull GA. Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe?. *Man Ther.* 1995;1(1):2-10. doi:10.1054/math.1995.0243
37. O'Sullivan, Peter B., Lance Twomey, and Garry T. Allison. "Dysfunction of the neuromuscular system in the presence of low back pain—implications for physical therapy management." *Journal of Manual & Manipulative Therapy* 5.1 (1997): 20-26.
38. Sahrmann, S. A. "Movement impairment syndromes of the lumbar spine." *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes* 1 (2002): 5-118.
39. Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):361-370. doi:10.1016/s1050-6411(03)00042-7
40. van Dieën JH, Selen LP, Cholewicki J. Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):333-351. doi:10.1016/s1050-6411(03)00041-5
41. 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):242-255. doi:10.1016/j.math.2005.07.001
42. Burnett AF, Cornelius MW, Dankaerts W, O'sullivan PB. Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects-a pilot investigation. *Man Ther.* 2004;9(4):211-219. doi:10.1016/j.math.2004.06.002
43. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L. Differences in sitting postures are associated with nonspecific chronic low back pain disorders when patients are subclassified. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(6):698-704. doi:10.1097/01.brs.0000202532.76925.d2
44. O'Sullivan PB, Mitchell T, Bulich P, Waller R, Holte J. The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Man Ther.* 2006;11(4):264-271. doi:10.1016/j.math.2005.04.004
45. O'Sullivan PB, Mitchell T, Bulich P, Waller R, Holte J. The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Man Ther.* 2006;11(4):264-271. doi:10.1016/j.math.2005.04.004
46. Jiménez-Del-Barrio S, Mingo-Gómez MT, Estébanez-de-Miguel E, Saiz-Cantero E, Del-Salvador-Miguélez AI, Ceballos-Laita L. Adaptations in pelvis, hip and knee kinematics during gait and muscle extensibility in low back pain patients: A cross-sectional study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2020;33(1):49-56. doi:10.3233/BMR-191528
47. Alsufiany MB, Lohman EB, Daher NS, Gang GR, Shallan AI, Jaber HM. Non-specific chronic low back pain and physical activity: A comparison of postural control and hip

- muscle isometric strength: A cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(5):e18544. doi:10.1097/MD.00000000000018544
48. Sheeran L, Sparkes V, Caterson B, Busse-Morris M, van Deursen R. Spinal position sense and trunk muscle activity during sitting and standing in nonspecific chronic low back pain: classification analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(8):E486-E495. doi:10.1097/BRS.0b013e31823b00ce
 49. Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(19):2488-2493. doi:10.1097/00007632-200010010-00011
 50. Ringheim I, Austein H, Indahl A, Roeleveld K. Postural strategy and trunk muscle activation during prolonged standing in chronic low back pain patients. *Gait Posture*. 2015;42(4):584-589. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.09.008
 51. Berenshteyn Y, Gibson K, Hackett GC, Trem AB, Wilhelm M. Is standing balance altered in individuals with chronic low back pain? A systematic review. *Disabil Rehabil*. 2019;41(13):1514-1523. doi:10.1080/09638288.2018.1433240
 52. Sung W, Abraham M, Autiello A, Silfies SP. 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):1772-1782. doi:10.1016/j.spinee.2015.04.010
 53. Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J*. 2011;20(12):2152-2159. doi:10.1007/s00586-011-1825-3
 54. da Silva RA, Vieira ER, Fernandes KBP, et al. People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. *Disabil Rehabil*. 2018;40(11):1294-1300. doi:10.1080/09638288.2017.1294627
 55. Soliman ES, Shousha TM, Alayat MS. The effect of pain severity on postural stability and dynamic limits of stability in chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017;30(5):1023-1029. doi:10.3233/BMR-169588
 56. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Differences in balance strategies between nonspecific chronic low back pain patients and healthy control subjects during unstable sitting. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(11):1233-1238. doi:10.1097/BRS.0b013e31819ca3ee
 57. Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *Eur Spine J*. 2008;17(9):1177-1184. doi:10.1007/s00586-008-0709-7
 58. O'Sullivan K, Verschueren S, Van Hoof W, Ertanir F, Martens L, Dankaerts W. Lumbar repositioning error in sitting: healthy controls versus people with sitting-

- related non-specific chronic low back pain (flexion pattern). *Man Ther.* 2013;18(6):526-532. doi:10.1016/j.math.2013.05.005
59. van den Hoorn W, Meroni R, Klyne DM, Alshehri MA, Hodges PW. Balance control in unstable sitting in individuals with an acute episode of low back pain. *Gait Posture.* 2022;95:15-21. doi:10.1016/j.gaitpost.2022.03.014
 60. Jung SH, Hwang UJ, Ahn SH, Kim HA, Kim JH, Kwon OY. Lumbopelvic motor control function between patients with chronic low back pain and healthy controls: a useful distinguishing tool: The STROBE study. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(15):e19621. doi:10.1097/MD.00000000000019621
 61. Wang H, Zheng J, Fan Z, et al. Impaired static postural control correlates to the contraction ability of trunk muscle in young adults with chronic non-specific low back pain: A cross-sectional study. *Gait Posture.* 2022;92:44-50. doi:10.1016/j.gaitpost.2021.11.021
 62. Roussel N, Nijs J, Truijen S, Vervecken L, Caffini G, Stassijns G. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study. *Eur Spine J.* 2009;18(7):1066-1073. doi:10.1007/s00586-009-1020-y
 63. Grimstone SK, Hodges PW. Impaired postural compensation for respiration in people with recurrent low back pain. *Exp Brain Res.* 2003;151(2):218-224. doi:10.1007/s00221-003-1433-5
 64. Ehsani F, Arab AM, Jaberzadeh S. The effect of surface instability on the differential activation of muscle activity in low back pain patients as compared to healthy individuals: A systematic review of the literature and meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2017;30(4):649-662. doi:10.3233/BMR-150361
 65. Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, 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;9:170. Published 2008 Dec 24. doi:10.1186/1471-2474-9-170
 66. Miyachi R, Sano A, Tanaka N, Tamai M, Miyazaki J. Relationship between lumbar spine motor control ability and perceptual awareness during prone hip extension movement in people with low back pain. *J Med Invest.* 2022;69(1.2):38-44. doi:10.2152/jmi.69.38
 67. Freddolini M, Strike S, Lee R. Dynamic stability of the trunk during unstable sitting in people with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014;39(10):785-790. doi:10.1097/BRS.0000000000000296
 68. Knox MF, Chipchase LS, Schabrun SM, Romero RJ, Marshall PWM. Anticipatory and compensatory postural adjustments in people with low back pain: a systematic review

- and meta-analysis. *Spine J.* 2018;18(10):1934-1949. doi:10.1016/j.spinee.2018.06.008
69. Lee AS, Cholewicki J, Reeves NP, Zazulak BT, Mysliwiec LW. Comparison of trunk proprioception between patients with low back pain and healthy controls. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(9):1327-1331. doi:10.1016/j.apmr.2010.06.004
 70. Zhang C, Zhang Z, Li Y, et al. Pain Catastrophizing Is Related to Static Postural Control Impairment in Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. *Pain Res Manag.* 2020;2020:9629526. Published 2020 Oct 28. doi:10.1155/2020/9629526
 71. Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, Amiri M, Ehsani F. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(3):627-631. doi:10.1016/j.jbmt.2017.10.009
 72. Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *Eur Spine J.* 2011;20(3):358-368. doi:10.1007/s00586-010-1543-2
 73. Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(8):1297-1303. doi:10.1007/s00586-010-1686-1
 74. Willigenburg NW, Kingma I, van Dieën JH. Precision control of an upright trunk posture in low back pain patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(9):866-871. doi:10.1016/j.clinbiomech.2012.06.002
 75. Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(6):378-383. doi:10.2519/jospt.1998.28.6.378
 76. Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1999;14(10):710-716. doi:10.1016/s0268-0033(99)00025-x
 77. Nieto-García J, Suso-Martí L, La Touche R, Grande-Alonso M. Somatosensory and Motor Differences between Physically Active Patients with Chronic Low Back Pain and Asymptomatic Individuals. *Medicina (Kaunas).* 2019;55(9):524. Published 2019 Aug 23. doi:10.3390/medicina55090524
 78. Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(12):2152-2159. doi:10.1007/s00586-011-1825-3

79. Hodges P, van den Hoorn W, Dawson A, Cholewicki J. Changes in the mechanical properties of the trunk in low back pain may be associated with recurrence. *J Biomech*. 2009;42(1):61-66. doi:10.1016/j.jbiomech.2008.10.001
80. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(6):E107-E112. doi:10.1097/01.brs.0000115134.97854.c9
81. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Brumagne S. Altered preparatory pelvic control during the sit-to-stance-to-sit movement in people with non-specific low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012;22(6):821-828. doi:10.1016/j.jelekin.2012.04.007
82. Sung PS, Yoon B, Lee DC. Lumbar spine stability for subjects with and without low back pain during one-leg standing test. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(16):E753-E760. doi:10.1097/BRS.0b013e3181d53b9c
83. Caffaro RR, França FJ, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LA, Marques AP. Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: a preliminary case-control study. *Eur Spine J*. 2014;23(4):807-813. doi:10.1007/s00586-014-3243-9
84. Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, et al. Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014;37(3):170-179. doi:10.1016/j.jmpt.2014.02.003
85. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(5):583-589. doi:10.1097/BRS.0b013e3181b4fe4d
86. Korakakis V, O'Sullivan K, Kotsifaki A, Sotiralis Y, Giakas G. Lumbo-pelvic proprioception in sitting is impaired in subgroups of low back pain-But the clinical utility of the differences is unclear. A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2021;16(4):e0250673. Published 2021 Apr 26. doi:10.1371/journal.pone.0250673
87. Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1999;14(10):710-716. doi:10.1016/s0268-0033(99)00025-x
88. Adamczyk W, Luedtke K, Saulicz E. Lumbar Tactile Acuity in Patients With Low Back Pain and Healthy Controls: Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin J Pain*. 2018;34(1):82-94. doi:10.1097/AJP.0000000000000499
89. Luomajoki H, Moseley GL. Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls. *Br J Sports Med*. 2011;45(5):437-440. doi:10.1136/bjism.2009.060731

90. Wand BM, Di Pietro F, George P, O'Connell NE. Tactile thresholds are preserved yet complex sensory function is impaired over the lumbar spine of chronic non-specific low back pain patients: a preliminary investigation. *Physiotherapy*. 2010;96(4):317-323. doi:10.1016/j.physio.2010.02.005
91. Meier R, Emch C, Gross-Wolf C, et al. Sensorimotor and body perception assessments of nonspecific chronic low back pain: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):391. Published 2021 Apr 26. doi:10.1186/s12891-021-04269-7
92. Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pflingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. *Clin J Pain*. 2015;31(10):876-885. doi:10.1097/AJP.0000000000000190
93. Pakzad M, Fung J, Preuss R. Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. *Gait Posture*. 2016;49:73-77. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.06.025
94. Kim SH, Park KN, Kwon OY. Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain: The STROBE study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(42):e8250. doi:10.1097/MD.00000000000008250
95. Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. Lumbar range of motion in chronic low back pain is predicted by task-specific, but not by general measures of pain-related fear. *Eur J Pain*. 2019;23(6):1171-1184. doi:10.1002/ejp.1384
96. Fujii R, Imai R, Tanaka S, Morioka S. Kinematic analysis of movement impaired by generalization of fear of movement-related pain in workers with low back pain. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257231. Published 2021 Sep 17. doi:10.1371/journal.pone.0257231
97. Sung W, Abraham M, Plastaras C, Silfies SP. 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):1772-1782. doi:10.1016/j.spinee.2015.04.010
98. Zhang C, Zhang Z, Li Y, et al. Pain Catastrophizing Is Related to Static Postural Control Impairment in Patients with Nonspecific Chronic Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. *Pain Res Manag*. 2020;2020:9629526. Published 2020 Oct 28. doi:10.1155/2020/9629526
99. Larivière C, Bilodeau M, Forget R, Vadeboncoeur R, Mecheri H. Poor back muscle endurance is related to pain catastrophizing in patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(22):E1178-E1186. doi:10.1097/BRS.0b013e3181e53334

100. Smeets RJ, van Geel KD, Verbunt JA. Is the fear avoidance model associated with the reduced level of aerobic fitness in patients with chronic low back pain?. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(1):109-117. doi:10.1016/j.apmr.2008.07.009
101. Homs AF, Dupeyron A, Torre K. Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. *Pain*. 2022;163(1):e31-e39. doi:10.1097/j.pain.0000000000002303
102. Kusters D, Vollenbroek-Hutten MM, Hermens HJ. Motor performance in chronic low back pain: is there an influence of pain-related cognitions? A pilot study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:211. Published 2011 Sep 27. doi:10.1186/1471-2474-12-211
103. Lamothe CJ, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PI, Beek PJ. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur Spine J*. 2006;15(1):23-40. doi:10.1007/s00586-004-0825-y
104. Taylor N, Goldie P, Evans O. Movements of the pelvis and lumbar spine during walking in people with acute low back pain. *Physiother Res Int*. 2004;9(2):74-84. doi:10.1002/pri.304
105. Hines MG, Tillin NA, Luo J, Lee RYW. Passive elastic contribution of hip extensors to joint moments during walking in people with low back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2018;60:134-140. doi:10.1016/j.clinbiomech.2018.10.012
106. Lamothe CJ, Daffertshofer A, Meijer OG, Beek PJ. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. *Gait Posture*. 2006;23(2):230-239. doi:10.1016/j.gaitpost.2005.02.006
107. Lamothe CJ, Meijer OG, Wuisman PI, van Dieën JH, Levin MF, Beek PJ. Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):E92-E99. doi:10.1097/00007632-200202150-00016
108. Yazdani S, Dizji E, Alizadeh F, Hassanlouei H. Effect of chronic idiopathic low back pain on the kinetic gait characteristics in different foot masks. *J Biomech*. 2018;79:243-247. doi:10.1016/j.jbiomech.2018.08.013
109. Homs AF, Dupeyron A, Torre K. Relationship between gait complexity and pain attention in chronic low back pain. *Pain*. 2022;163(1):e31-e39. doi:10.1097/j.pain.0000000000002303
110. Buraschi R, Pollet J, Villafañe JH, Piovanelli B, Negrini S. Temporal and kinematic analyses of timed up and go test in chronic low back pain patients. *Gait Posture*. 2022;96:137-142. doi:10.1016/j.gaitpost.2022.05.027

111. Ebrahimi S, Kamali F, Razeghi M, Haghpanah SA. Comparison of the trunk-pelvis and lower extremities sagittal plane inter-segmental coordination and variability during walking in persons with and without chronic low back pain. *Hum Mov Sci*. 2017;52:55-66. doi:10.1016/j.humov.2017.01.004
112. Ryan CG, Grant PM, Dall PM, Gray H, Newton M, Granat MH. Individuals with chronic low back pain have a lower level, and an altered pattern, of physical activity compared with matched controls: an observational study. *Aust J Physiother*. 2009;55(1):53-58. doi:10.1016/s0004-9514(09)70061-3
113. Nishi Y, Shigetoh H, Fujii R, Osumi M, Morioka S. Changes in Trunk Variability and Stability of Gait in Patients with Chronic Low Back Pain: Impact of Laboratory versus Daily-Living Environments. *J Pain Res*. 2021;14:1675-1686. Published 2021 Jun 10. doi:10.2147/JPR.S310775
114. van den Hoorn W, Bruijn SM, Meijer OG, Hodges PW, van Dieën JH. Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain. *J Biomech*. 2012;45(2):342-347. doi:10.1016/j.jbiomech.2011.10.024
115. Lamothe CJ, Stins JF, Pont M, Kerckhoff F, Beek PJ. Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain. *J Neuroeng Rehabil*. 2008;5:13. Published 2008 Apr 25. doi:10.1186/1743-0003-5-13
116. Mueller J, Engel T, Mueller S, Stoll J, Baur H, Mayer F. Effects of sudden walking perturbations on neuromuscular reflex activity and three-dimensional motion of the trunk in healthy controls and back pain symptomatic subjects. *PLoS One*. 2017;12(3):e0174034. Published 2017 Mar 20. doi:10.1371/journal.pone.0174034
117. Rum L, Brasiliano P, Vannozzi G, Laudani L, Macaluso A. Non-specific chronic low back pain elicits kinematic and neuromuscular changes in walking and gait termination. *Gait Posture*. 2021;84:238-244. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.12.005
118. Smith JA, Stabbert H, Bagwell JJ, Teng HL, Wade V, Lee SP. Do people with low back pain walk differently? A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci*. 2022;11(4):450-465. doi:10.1016/j.jshs.2022.02.001
119. Koch C, Hänsel F. Chronic Non-specific Low Back Pain and Motor Control During Gait. *Front Psychol*. 2018;9:2236. Published 2018 Nov 23. doi:10.3389/fpsyg.2018.02236
120. Ghamkhar L, Kahlaee AH. Trunk muscles activation pattern during walking in subjects with and without chronic low back pain: a systematic review. *PM R*. 2015;7(5):519-526. doi:10.1016/j.pmrj.2015.01.013
121. Rose-Dulcina K, Genevay S, Dominguez D, Armand S, Vuillerme N. Flexion-Relaxation Ratio Asymmetry and Its Relation With Trunk Lateral ROM in Individuals

- With and Without Chronic Nonspecific Low Back Pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020;45(1):E1-E9. doi:10.1097/BRS.00000000000003196
122. Kulig K, Powers CM, Landel RF, et al. Segmental lumbar mobility in individuals with low back pain: in vivo assessment during manual and self-imposed motion using dynamic MRI. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007;8:8. Published 2007 Jan 29. doi:10.1186/1471-2474-8-8
 123. Levangie PK. The association between static pelvic asymmetry and low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(12):1234-1242. doi:10.1097/00007632-199906150-00011
 124. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: a comparison with standing. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(5):E135-E143. doi:10.1097/01.brs.0000201325.89493.5f
 125. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Effects of pelvic skeletal asymmetry on trunk movement: three-dimensional analysis in healthy individuals versus patients with mechanical low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(3):E71-E79. doi:10.1097/01.brs.0000197665.93559.04
 126. Van Dillen LR, McDonnell MK, Fleming DA, Sahrman SA. Effect of knee and hip position on hip extension range of motion in individuals with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2000;30(6):307-316. doi:10.2519/jospt.2000.30.6.307
 127. Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:229. Published 2014 Jul 10. doi:10.1186/1471-2474-15-229
 128. Avman MA, Osmotherly PG, Snodgrass S, Rivett DA. Is there an association between hip range of motion and nonspecific low back pain? A systematic review. *Musculoskelet Sci Pract*. 2019;42:38-51. doi:10.1016/j.msksp.2019.03.002
 129. Sadeghisani M, Manshadi FD, Kalantari KK, et al. Correlation between Hip Rotation Range-of-Motion Impairment and Low Back Pain. A Literature Review. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2015;17(5):455-462. doi:10.5604/15093492.1186813
 130. Salt E, Wiggins AT, Rayens MK, Hooker Q, Shojaei I, Bazrgari B. The relationship between indicators of lumbo-pelvic coordination and pain, disability, pain catastrophizing and depression in patients presenting with non-chronic low back pain. *Ergonomics*. 2020;63(6):724-734. doi:10.1080/00140139.2020.1755059
 131. Merkle SL, Sluka KA, Frey-Law LA. The interaction between pain and movement. *J Hand Ther*. 2020;33(1):60-66. doi:10.1016/j.jht.2018.05.001

- 132.** Dellon AL, Mackinnon SE, Crosby PM. Reliability of two-point discrimination measurements. *J Hand Surg Am.* 1987;12(5 Pt 1):693-696. doi:10.1016/s0363-5023(87)80049-7
- 133.** Vibe Fersum K, Smith A, Kvåle A, Skouen JS, O'Sullivan P. Cognitive functional therapy in patients with non-specific chronic low back pain-a randomized controlled trial 3-year follow-up. *Eur J Pain.* 2019;23(8):1416-1424. doi:10.1002/ejp.1399
- 134.** van Dijk M, Smorenburg N, Visser B, Heerkens YF, Nijhuis-van der Sanden MWG. How clinicians analyze movement quality in patients with non-specific low back pain: a cross-sectional survey study with Dutch allied health care professionals. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):288. Published 2017 Jul 4. doi:10.1186/s12891-017-1649-3
- 135.** Silsupadol P, Prupetkaew P, Kamnardsiri T, Lugade V. Smartphone-Based Assessment of Gait During Straight Walking, Turning, and Walking Speed Modulation in Laboratory and Free-Living Environments. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2020;24(4):1188-1195. doi:10.1109/JBHI.2019.2930091