UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

campus savona

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

Low back pain e strategie motorie

Candidato:

Zanin Mirko

Relatore:

Dott.ssa Emy Pistola

ABSTRACT

Background: Low back pain is a hugely common health problem and is the leading cause of disability, activity limitation and absenteeism from work worldwide. It is well known that, following the onset of LBP, a series of bio-psycho-social changes occur, which lead to an alteration of the motor behaviour implemented by the patient. This new motor behaviour, if adaptive, could be useful in resolving the problem in the short term, whereas, if maladaptive, it could be relevant in the persistence of the pain. From a rehabilitation point of view, it is therefore important to modify maladaptive motor behaviour, but at the moment little is known about the motor strategies used by subjects with LBP during functional tasks.

Objectives: The aim of this paper is to detect musculoskeletal changes, both in terms of joints, muscles and performance, during motor tasks, induced by low back pain, in order to allow their early detection during functional assessment and inclusion in LBP treatment goals.

Materials and methods: A literature review was conducted in order to identify differences in motor strategies used by healthy subjects and patients with LBP. The search for scientific articles was conducted using PubMed from inception to October 2022. CASP checklists were used to assess the risk of bias of each study design. Included studies were divided into categories based on the main topic addressed by the article. Finally, the categories were divided between the two reviewers and the studies belonging to them analyzed individually in order to draw general conclusions.

Results: The search strategy provided 5519 articles of which only 166 were included in the review at the end of the screening process. The author of this part of the review analyzed the categories of functional tasks, postural adaptations, and muscle characteristics, for a total of 81 studies. The available literature on the topics analyzed turned out to be very large and at the same time very heterogeneous. It was not possible to extrapolate definite results in any of the areas analyzed..

Conclusion: Subjects with LBP use different motor strategies in most functional gestures, both from an articular and muscular point of view. However, it does not seem possible to define a pattern of motor behaviour common to all patients, as this often depends on the gesture under examination and, above all, on the bio-psycho-social characteristics of the analysed subject.
Future research should therefore strive to become more homogeneous in an attempt to offer stronger results that clarify this topic.

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 stimolate.(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 maladattativo 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)

Risulta dunque chiaro che un importante obiettivo nell'ambito della riabilitazione del LBP dovrebbe essere quello di modificare i comportamenti motori maladattativi messi in atto dal paziente, ma al momento si hanno poche conoscenze certe sulle strategie motorie utilizzate dai soggetti con LBP durante i compiti funzionali. 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

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 nei vari gesti. A questo scopo nell'ottobre 2022 è stata fatta una ricerca sul database PubMed. Gli autori hanno elaborato una strategia di ricerca contenente MeSH Terms e non-MeSH Terms, combinati tra loro da operatori boleani. I termini MeSH utilizzati sono stati i seguenti: "Low Back Pain"; "Musculoskeletal and Neural Physiological Phenomena"; "Range of Motion, Articular". I termini non-MeSH utilizzati sono stati i seguenti: "low back pain"; "LBP"; "low back ache"; "range of motion"; "ROM"; "muscular activity"; "muscle activity"; muscular activation"; "motor strategies"; "neuromotor strategies"; "assessment"; "evaluation"; "valuation".
Non è stato messo alcun limite relativo alla data di pubblicazione.
Nello specifico la stringa di ricerca elaborata è riportata nell'appendice.

Selezione degli studi

Inizialmente, tutti i titoli sono stati screenati per pertinenza con gli obiettivi da 3 diversi revisori. Secondo lo stesso parametro sono stati analizzati anche gli abstract degli studi che hanno passato la prima fase dello screening. Infine, i testi completi degli studi identificati sono stati ottenuti per un'ulteriore valutazione e analizzati in modo indipendente secondo i criteri di ammissibilità dai tre revisori.
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.

Raccolta dei dati:

Due revisori indipendenti hanno estratto le seguenti informazioni dagli studi inclusi: autore e anno di pubblicazione; disegno dello studio; numero dei partecipanti per gruppo (sani vs LBP); tipologia e durata di low back pain; outcome; risultati; conclusioni.
Queste informazioni sono state riportate all'interno di specifiche tabelle.

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 diversi design 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. Per gli studi cross-sectional e gli studi comparativi, per i quali non era disponibile una specifica checklist CASP è stata utilizzata la CASP Cohort Study Checklist con delle piccole modifiche.

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 nel caso in cui l'argomento affrontato era trasversale a due categorie. Successivamente due revisionatori si sono spartiti le categorie e individualmente hanno valutato gli studi, analizzato 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, 11 erano duplicati e 5182 studi sono stati esclusi nella prima fase di screening. 326 articoli sono quindi stati valutati per full text. Al termine del processo 166 articoli sono stati inclusi nella revisione. La flow chart rappresentata in figura 1 mostra tutti i dettagli del processo di screening.

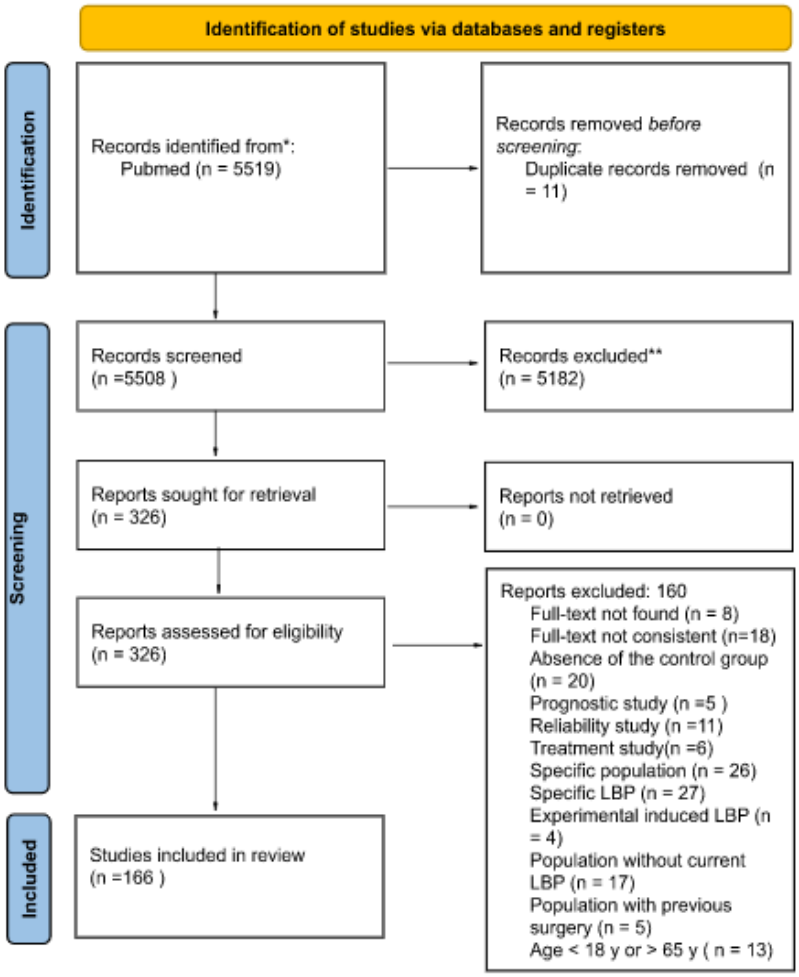

figura 1: flow-chart PRISMA 2020

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 revisionatore, autore di questo elaborato ha analizzato gli studi appartenenti alla sottocategoria cinematica e gesti funzionali, alla sottocategoria reazioni posturali e alla sottocategoria attività e

caratteristiche posturali. Nella prima sono stati inclusi 35 studi, nella seconda 14 studi e nell'ultima 40 studi. 8 studi sono stati inseriti in più d'una sottocategoria, motivo per cui il totale degli studi indagati in questa parte di revisione è stato di 81.

Critical appraisal e risk of bias:

La valutazione della qualità metodologica, basata sulle CASP Checklists, è stata eseguita per ognuno degli 81 studi. Questi ultimi sono stati suddivisi sulla base del design di studio al fine di poter valutare ogni paper con la migliore checklist disponibile. Sono quindi state valutate 5 systematic review per mezzo della CASP Systematic Review Checklist (tabella 1), 4 studi casi controllo per mezzo della CASP Case Control Study Checklist (tabella 2), 12 studi comparativi e 60 studi cross-sectional per mezzo della CASP Cohort study Checklist (tabella 3 e tabella 4). Nelle seguenti tabelle i dettagli relativi alla qualità metodologica degli studi.

Tabella 1: CASP systematic review Checklist. 1. Did the review address a clearly focused question?; 2. Did the authors look for the right type of papers?; 2.a Is it worth continuing?;3. Do you think all the important, relevant studies were included?;4. Did the review's authors do enough to assess quality of the included studies?; 5. If the results of the review have been combined, was it reasonable to do so?; 6. What are the overall results of the review?; 7. How precise are the results?; 8. Can the results be applied to the local population?; 9. Were all important outcomes considered?; 10. Are the benefits worth the harms and costs?

	SYSTEMATIC REVIEW	Section A: Are the results of the review valid?						Section B: What are the results?		Section C: Will the results help locally?		
	TITOLO STUDIO	1	2	2.a	3	4	5	6	7	8	9	10
	Hori M, Hasegawa H, Takasaki H. Comparisons of hamstring flexibility between individuals with and without low back pain: systematic review with meta-analysis. Physiother Theory Pract. 2021 May;37(5):559-582. doi:10.1080/09593985.2019.1639868. Epub 2019 Jul 18. PMID: 31317831.	yes	yes	yes	yes	yes	no	è stata evidenziata una ridotta flessibilità degli hamstring nei soggetti LBP rispetto ai sani usando l'SRL e una maggiore rigidità muscolare nello stesso gruppo a 50 ° di SLR.	precisi	yes	yes	yes
	Sadler S, Cassidy S, Peterson B, Spink M, Chuter V. Gluteus medius muscle function in people with and without low back pain: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Oct 22;20(1):463. doi: 10.1186/s12891-019-2833-4. PMID: 31638962; PMCID: PMC6805550.	yes	yes	yes	no	can't tell	yes	La maggior parte degli studi ha dimostrato una riduzione statisticamente significativa della forza del muscolo gluteo medio in quelli con LBP rispetto a quelli senza LBP e un maggior numero di punti trigger nel gluteo medio rispetto a quelli senza LBP. I risultati relativi agli altri parametri del medio gluteo erano discordanti tra gli studi.	non precisi	no	no	yes
	Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. de Sousa CS, de Jesus FLA, Machado MB, Ferreira G, Ayres IGT, de Aquino LM, Fukuda TY, Gomes-Neto M. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2019 Mar 1;19(1):69-78. PMID: 30839305 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	La metanalisi ha rivelato una minore forza muscolare degli abduttori/estensori dell'anca e degli estensori del ginocchio nei pazienti con lombalgia rispetto ai controlli sani.	precisi	yes	no	yes
	Ippersiel P, Teoli A, Wideman TH, Preuss RA, Robbins SM. The Relationship Between Pain-Related Threat and Motor Behavior in Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. Phys Ther. 2022 Feb 1;102(2):pzab274. doi: 10.1093/ptj/pzab274. PMID: 34939120.	yes	yes	yes	no	yes	no	la paura correlata al dolore e il dolore catastrofico erano legati ad una riduzione del rom in flessione ma non in estensione. La maggiore attività dei muscoli estensori del tronco durante la flessione era moderatamente correlata alla paura correlata al dolore. Il dolore catastrofico, ma non la paura, era correlato all'attività del tronco superiore durante l'andatura.	precisi	yes	yes	yes
	Sedrez JA, Mesquita PV, Gelain GM, Candotti CT. Kinematic Characteristics of Sit-to-Stand Movements in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. J Manipulative Physiol Ther. 2019 Sep;42(7):532-540. doi: 10.1016/j.jmpt.2018.12.004. PMID: 31864436.	yes	yes	yes	no	yes	yes	Quando si confrontano i pazienti con LBP rispetto ai controlli, i pazienti con LBP impiegano più tempo per eseguire i movimenti da seduti a in piedi e dà in piedi a seduti, mostrano una ridotta mobilità della colonna lombare, presentano una ridotta velocità del tronco, e diminuzione dell'accelerazione complessiva del tronco	non precisi	yes	yes	yes

Tabella 2: CASP case control Checklist. 1. Did the study address a clearly focused issue?: 2. Did the authors use an appropriate method to answer their question?; 2.(a) Is it worth continuing?; 3. Were the cases recruited in an acceptable way?; 4. Were the controls selected in an acceptable way?; 5. Was the exposure accurately measured to minimise bias?; 6. (a) Aside from the experimental intervention, were the groups treated equally?; 6. (b) Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis? ; 7. How large was the treatment effect?; 8. How precise was the estimate of the treatment effect?; 9. Do you believe the results?; 10. Can the results be applied to the local population?; 11. Do the results of this study fit with other available evidence?.

CASE CONTROL STUDY	Section A: Are the result of the trial valid?								Section B: What are the result?			Section C: Will the results help locally?	
TITOLO	1.	2.	2.(a)	3.	4.	5.	6. (a)	6. (b)	7.	8.	9.	10.	11
Effects of noxious stimulation and pain expectations on neuromuscular control of the spine in patients with chronic low back pain. Henchoz Y, Tétreau C, Abboud J, Piché M, Descarreaux M. Spine J. 2013 Oct;13(10):1263-72. doi: 10.1016/j.spinee.2013.07.452. Epub 2013 Oct 3. PMID: 24090825	yes	yes	yes	can't tell	can't tell	yes	yes	yes	ampio	non precisi: non riporrtati intervalli di confidenza	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	no	ampio	precisi	yes	yes	yes
Arvanitidis M, Jiménez-Grande D, Haouidji-Javaux N, Falla D, Martinez- Valdes E. People with chronic low back pain display spatial alterations in high- density surface EMG-torque oscillations. Sci Rep. 2022 Sep 7;12(1):15178. doi: 10.1038/s41598-022-19516-7. PMID: 36071134; PMCID: PMC9452584.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	piccolo	non precisi: non riporrtati intervalli di confidenza	yes	yes	yes
Effect of dual tasking on anticipatory and compensatory postural adjustments in response to external perturbations in individuals with nonspecific chronic low back pain: Electromyographic analysis. Hemmati L, Piroozi S, Rojhani-Shirazi Z. J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(3):489-497. doi: 10.3233/BMR-170992. PMID: 29332033	yes	yes	yes	can't tell	can't tell	yes	yes	yes	piccolo	non precisi: non riporrtati intervalli di confidenza	yes	yes	yes

Tabella 3: Critical appraisal degli studi comparativi effettuata con CASP Cohort study Checklist. 1. Did the study address a clearly focused issue?;. 2. Was the cohort recruited in an acceptable way?; 2.(a) Is it worth continuing?; 3. Was the exposure accurately measured to minimise bias?; 4. Was the outcome accurately measured to minimise bias?; 5. (a) Have the authors identified all important confounding factors?; 5. (b) Have they taken account of the confounding factors in the design and/or analysis?;6. (a) Was the follow up of subjects complete enough?; 6. (b) Was the follow up of subjects long enough?; 7. What are the results of this study?; 8. How precise are the results?; 9. Do you believe the results?; 10. Can the results be applied to the local population?; 11. Do the results of this study fit with other available evidence?; 12.What are the implications of this study for practice?

COMPARATIVE STUDY		Section A: Are the results of the study valid?								Section B: What are the results?			Section C: Will the results help locally?		
TITOLO		1.	2.	2.(a)	3.	4.	5. (a)	5. (b)	6. (a)	6. (b)	7.	8.	9.	10.	11.	12.
	Bourigua I, Simoneau EM, Leteneur S, Gillet C, Ido G, Barbier F. Chronic low back pain sufferers exhibit freezing-like behaviors when asked to move their trunk as fast as possible. Spine J. 2014 Jul 1;14(7):1291-9. doi: 10.1016/j.spinee.2013.11.051. Epub 2013 Dec 9. PMID: 24333457.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	I soggetti del gruppo LBP hanno mostrato durante 6 movimenti del rachide (flessione - estensione- lateroflessione dx - lateroflessione sx - rotazione dx - rotazione sx) hanno mostrato una riduzione del rom e una riduzione della velocità angolare rispetto ai soggetti sani sia alla velocità preferita che alla massima velocità possibile.	precisi	yes	yes	yes	/
	Pourahmadi M, Takamjani IE, Sarrafzadeh J, Mohsenifar H, Fazeli SH, Bagheri R, Taghipour M. Effect of Chronic Low Back Pain on Lumbar Spine Lordosis During Sit-to-Stand and Stand-to-Sit. J Manipulative Physiol Ther. 2020 Feb;43(2):79-92. doi: 10.1016/j.jmpt.2018.11.028. Epub 2020 May 30. PMID: 32482434.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	/	/	è stata evidenziata una riduzione della lordosi lombare tra i soggetti CLBP e i soggetti sani nelle attività di sit to stand e stand to sit eccetto che nella posizione iniziale (seduta)	precisi	yes	yes	can't tell	/
	Sung PS, Danial P, Lee DC. Comparison of the different kinematic patterns during lateral bending between subjects with and without recurrent low back pain. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2016 Oct;38:50-5. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2016.08.006. Epub 2016 Aug 16. PMID: 27569600.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	è stato evidenziato un aumentato della rotazione sul piano trasversale della colonna lombareverso il lato dominante nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. è stato inoltre evidenziata un aumento della rotazione del torace superiore in direzione del lato non dominante nei soggetti LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Marras WS, Davis KG, Ferguson SA, Lucas BR, Gupta P. Spine loading characteristics of patients with low back pain compared with asymptomatic individuals. Spine (Phila Pa 1976). 2001 Dec 1;26(23):2566-74. doi: 10.1097/00007632-200112010-00009. Erratum in: Spine 2002 Jan 1;27(1):118. PMID: 11725237.	yes	can't tell	yes	yes	yes	no	no	/	/	è stato evidenziato un maggiore carico sulla colonna nei pazienti con LBP rispetto ai soggetti sani durante gli sforzi controllati. Tale aumento di carico deriva dall'aumento della coattivazione muscolare. se ai pz LBP è concesso di muoversi liberamente, essi cercano di ridurre tale carico riducendo il movimento cinematico.	poco precisi: no intervalli di confidenza	no	yes	can't tell	/
	Larivière C, Gagnon D, Loisel P. The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion- extension and lateral bending tasks. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2000 Jul;15(6):407-16. doi: 10.1016/s0268-0033(00)00006-1. PMID: 10771119.	yes	can't tell	yes	can't tell	can't tell	no	no	/	/	durante le attività di flessione-estensione, è stata osservata una significativa diminuzione della flessione lombare e un aumento della flessione toracica per i pazienti. L'effetto del carico è stato significativo per tutte le regioni del tronco ma non ha consentito una migliore discriminazione tra i gruppi.	precisi	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	can't tell	yes	yes	yes	no	no	/	/	In posizione di riposo, i soggetti con LBP avevano uno spostamento maggiore della loro COP associato alla respirazione rispetto ai soggetti di controllo. Il gruppo LBP aveva una tendenza per un minore movimento dell'anca.	precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 3: continua.

	Larivière C, Gagnon D, Loisel P. A biomechanical comparison of lifting techniques between subjects with and without chronic low back pain during freestyle lifting and lowering tasks. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2002 Feb;17(2):89-98. doi: 10.1016/s0268-0033(01)00106-1. PMID: 11832258.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	è stata evidenziata una minore attività dell'erettore spinale lombare e una maggiore attività dell'erettore spinale toracico. non sono state evidenziate altre differenze tra i gruppi.	precisi	yes	yes	yes	/
	Rudy TE, Boston JR, Lieber SJ, Kubinski JA, Delitto A. Body motion patterns during a novel repetitive wheel-rotation task. A comparative study of healthy subjects and patients with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1995 Dec 1;20(23):2547-54. doi: 10.1097/00007632-199512000-00014. PMID: 8610249.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	i soggetti di controllo hanno prodotto livelli significativamente più elevati di coppia statica e hanno completato un numero significativamente maggiore di ripetizioni di rotazione delle ruote rispetto ai LBP. I pazienti LBP hanno mostrato un movimento della parte superiore del tronco e pelvico, una rotazione della parte superiore del busto e una flessione laterale del tronco significativamente inferiori rispetto a quelli del gruppo di controllo.	precisi	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	no	no	/	/	Il rapporto di asimmetria pelvica è stato maggiore nel gruppo LBP. i soggetti LBP hanno mostrato una maggiore asimmetria e un ridotto ROM toracico rispetto ai controlli nella flessione laterale e nella rotazione assiale quando considerati movimenti principali. I soggetti con LBP hanno mostrato un maggiore ROM e una maggiore asimmetria nella rotazione assiale rispetto ai controlli, quando analizzata come movimento combinato. È stata evidenziata una correlazione tra asimmetria pelvica e asimmetria nella lateroflessione a livello lombare in entrambi i gruppi	precisi	no	yes	no	/
	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	can't tell	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	nei soggetti LBP era presente una maggiore asimmetria nel flexion relaxation phenomenon che era correlata con l'asimmetria nel ROM laterale di tronco	precisi	yes	yes	yes	/
	Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax TE. Flexion-relaxation phenomenon in the back muscles. A comparative study between healthy subjects and patients with chronic low back pain. Am J Phys Med Rehabil. 1995 Mar-Apr;74(2):139-44. PMID: 7710729.	yes	yes	yes	yes	no	yes	no	/	/	nessun paziente con CLBP ha mostrato il fenomeno FR. Una differenza significativa nelle attività muscolari dell'erettore spinale tra i gruppi è stata ottenuta al ritorno alla posizione eretta dalla massima flessione.l'intervallo di tempo tra il movimento del tronco e quello dell'anca era molto maggiore nei pazienti che nei soggetti sani.	poco precisi	yes	yes	can't tell	/
	van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976). 2003 Apr 15;28(8):834-41. PMID: 12698129.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	I rapporti tra antagonista e agonista e tra ampiezza elettromiografica dell'erettore spinale lombare e toracico nei contributi del momento stimato erano maggiori nei pazienti LBP rispetto ai soggetti di controllo.	precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: Critical appraisal dei cross sectional study effettuata con CASP Cohort study Checklist. 1. Did the study address a clearly focused issue?;. 2. Was the cohort recruited in an acceptable way?; 2.(a) Is it worth continuing?; 3. Was the exposure accurately measured to minimise bias?; 4. Was the outcome accurately measured to minimise bias?; 5. (a) Have the authors identified all important confounding factors?; 5. (b) Have they taken account of the confounding factors in the design and/or analysis?;6. (a) Was the follow up of subjects complete enough?; 6. (b) Was the follow up of subjects long enough?; 7. What are the results of this study?; 8. How precise are the results?; 9. Do you believe the results?; 10. Can the results be applied to the local population?; 11. Do the results of this study fit with other available evidence?; 12.What are the implications of this study for practice?.

CROSS-SECTIONAL STUDY		Section A: Are the results of the study valid?								Section B: What are the results?			Section C: Will the results help locally?		
titolo		1.	2.	2.(a)	3.	4.	5. (a)	5. (b)	6. (a)	6. (b)	7.	8.	9.	10.	11.	12.
	Serafino F, Trucco M, Occhionero A, Cerone GL, Chiarotto A, Vieira T, Gallina A. Understanding regional activation of thoraco-lumbar muscles in chronic low back pain and its relationship to clinically relevant domains. BMC Musculoskelet Disord. 2021 May 11;22(1):432. doi: 10.1186/s12891-021-04287-5. PMID: 33975570; PMCID: PMC8114502.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	è stata evidenziata una ridotta attivazione muscolare degli estensori della colonna nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani nei task di tilt pelvico anteriore e nella fase di "loading response" del cammino. inoltre è stata evidenziata una moderata correlazione tra l'intensità del dolore e l'ampiezza EMG.	precisi	yes	yes	can't tell	/
	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	/	/	durante il sollevamento di un oggetto sono state osservate differenti velocità angolari tra i due gruppi e questa diversità era maggiormente legata alla presenza della paura del movimento.	precisi	yes	yes	no	/
	Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, Ishida T, Samukawa M, Tohyama H. The onset of deep abdominal muscles activity during tasks with different trunk rotational torques in subjects with non-specific chronic low back pain. J Orthop Sci. 2019 Sep;24(5):770-775. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.028. Epub 2019 Jan 31. PMID: 30711377.	yes	yes	yes	can't tell	can't tell	no	no	/	/	Nei movimenti che producevano un momento rotazionale a sinistra si sono verificati dei ritardi nell'attivazione della muscolatura trasverso e addominale obliquo interno di destra. Viceversa per i compiti a destra. Nessuna differenza nei gesti che non producevano momenti rotazionali	precisi	yes	yes	no	/
	Mazzone B, Wood R, Gombatto S. Spine Kinematics During Prone Extension in People With and Without Low Back Pain and Among Classification-Specific Low Back Pain Subgroups. J Orthop Sports Phys Ther. 2016 Jul;46(7):571-9. doi: 10.2519/jospt.2016.6159. Epub 2016 May 12. PMID: 27170528.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	i soggetti del gruppo LBP hanno mostrato durante il movimento di estensione da prono una simile cinematica globale ma una riduzione dell'estensione dei segmenti lombari inferiori rispetto ai controlli sani. inoltre il movimento di estensione di questi segmenti nei soggetti LBP si concentrava solo nella prima parte del movimento, mentre nei soggetti sani il movimento era maggiormente distribuito.	precisi	yes	yes	no	/
	Varrecchia T, Conforto S, De Nunzio AM, Draicchio F, Falla D, Ranavolo A. Trunk Muscle Coactivation in People with and without Low Back Pain during Fatiguing Frequency-Dependent Lifting Activities. Sensors (Basel). 2022 Feb 12;22(4):1417. doi: 10.3390/s22041417. PMID: 35214319; PMCID: PMC8874369.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	è stata evidenziata una maggiore coattivazione muscolare e una maggiore attività muscolare nei compiti di sollevamento nei soggetti con LBP	precisi	yes	yes	can't tell	/

Tabella 4: continua

	Ippersiel P, Preuss R, Fillion A, Jean-Louis J, Woodrow R, Zhang Q, Robbins SM. Inter-joint coordination and the flexion-relaxation phenomenon among adults with low back pain during bending. Gait Posture. 2021 Mar;85:164-170. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.02.001. Epub 2021 Feb 5. PMID: 33581560.	yes	yes	yes	can't tell	can't tell	no	no	/	/	è stata evidenziata una maggiore coordinazione fuori fase tra anca e lombare nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. Inoltre è stato evidenziato un ridotto tasso di rilassamento dei muscoli lunghissimo, ileocostale e multifido nei soggetti LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Gombatto SP, D'Arpa N, Landerholm S, Mateo C, O'Connor R, Tokunaga J, Tuttle LJ. Differences in kinematics of the lumbar spine and lower extremities between people with and without low back pain during the down phase of a pick up task, an observational study. Musculoskelet Sci Pract. 2017 Apr;28:25-31. doi: 10.1016/j.msksp.2016.12.017. Epub 2017 Jan 5. PMID: 28171775.	yes	can't tell	yes	no	no	no	no	/	/	è stato evidenziato un maggiore movimento nei segmenti superiori (soprattutto nel primo 25% del movimento) e un minore movimento nei segmenti inferiori nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani. inoltre è stato evidenziato un maggiore movimento del ginocchio sul piano frontale nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani	poco precisi	yes	yes	yes	/
	Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. Gait Posture. 2018 Mar;61:250-256. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.01.021. Epub 2018 Mar 20. PMID: 29413793.	yes	can't tell	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	è stata evidenziata una maggiore attività muscolare nei soggetti con LBP in tutti i gesti funzionali (eccetto uno). Non è stata evidenziata una correlazione tra kinesiofobia e fattori cognitivi/psicologici.	precisi	yes	yes	yes	/
	Gizzi L, Röhrle O, Petzke F, Falla D. People with low back pain show reduced movement complexity during their most active daily tasks. Eur J Pain. 2019 Feb;23(2):410-418. doi: 10.1002/ejp.1318. Epub 2018 Oct 11. PMID: 30246275.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	non è stata evidenziata una differenza di complessità di movimento se si considerano le 24 h. È stata invece evidenziata una importante differenza di complessità di movimento tra i due gruppi durante l'ora di maggiore attività durante la giornata.	precisi	yes	yes	can't tell	/
	Marras WS, Ferguson SA, Burr D, Davis KG, Gupta P. Spine loading in patients with low back pain during asymmetric lifting exertions. Spine J. 2004 Jan-Feb;4(1):64-75. doi: 10.1016/s1529-9430(03)00424-8. PMID: 14749195.	yes	can't tell	yes	yes	yes	no	no	/	/	il carico sulla colonna e le forze di taglio sono stati maggiori nel gruppo LBP	poco precisi	yes	yes	yes	/
	Asgari M, Mokhtarinia HR, Sanjari MA, Kahrizi S, Philip GC, Parnianpour M, Khalaf K. Trunk Dynamic Stability Assessment for Individuals With and Without Nonspecific Low Back Pain During Repetitive Movement. Hum Factors. 2022 Mar;64(2):291-304. doi: 10.1177/0018720820939697. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32721245.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	Entrambi i gruppi hanno dimostrato una competenza equivalente in termini di controllo e stabilità del tronco, suggerendo che le strategie di adattamento funzionale possono essere utilizzate dal gruppo NSLBP. Indossare il giubbotto carico ha amplificato gli effetti della compromissione del controllo del tronco per il gruppo NSLBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	van Weering MG, Vollenbroek-Hutten MM, Tönis TM, Hermens HJ. Daily physical activities in chronic lower back pain patients assessed with accelerometry. Eur J Pain. 2009 Jul;13(6):649-54. doi: 10.1016/j.ejpain.2008.07.005. Epub 2008 Aug 26. PMID: 18752975.	yes	can't tell	yes	no	no	yes	yes	/	/	è stato evidenziato che non ci sono differenze significative tra i livelli di attività dei soggetti con LBP e i soggetti sani né nelle giornate lavorative né nel tempo libero.	poco precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: continua

	Caeyenberghs K, Pijnenburg M, Goossens N, Janssens L, Brumagne S. Associations between Measures of Structural Morphometry and Sensorimotor Performance in Individuals with Nonspecific Low Back Pain. AJNR Am J Neuroradiol. 2017 Jan;38(1):183-191. doi: 10.3174/ajnr.A5020. Epub 2016 Nov 24. PMID: 27884877; PMCID: PMC7963671.	yes	can't tell	yes	no	no	yes	yes	/	/	i soggetti con LBP necessitavano di più tempo ad eseguire i task rispetto al gruppo di controllo. i soggetti LBP hanno mostrato delle modificazioni corticali rispetto ai controlli. queste modificazioni erano associate all'aumento del tempo necessario per eseguire il task e all'intensità del dolore percepito.	precisi	yes	yes	no	/
	Schmidt H, Bashkuev M, Weerts J, Graichen F, Altenscheidt J, Maier C, Reitmaier S. How do we stand? Variations during repeated standing phases of asymptomatic subjects and low back pain patients. J Biomech. 2018 Mar 21;70:67-76. doi: 10.1016/j.jbiomech.2017.06.016. Epub 2017 Jun 21. PMID: 28683929.	yes	can't tell	yes	yes	no	no	no	/	/	in entrambe le coorti è stata evidenziata una grande variabilità interpersonale sia nella lordosi che nell'orientamento del sacro	poco precisi	no	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	no	no	yes	yes	/	/	i soggetti LBP spendono 0.7 ore in meno a camminare e hanno completato 3480 passi in meno rispetto ai sani. Hanno fatto 793 passi in meno al giorno durante le camminate moderate e 1214 passi in meno al giorno durante le lunghe camminate e 11 passi in meno al minuto durante le passeggiate più lunghe rispetto ai controlli sani.	precisi	yes	yes	no	/
	Comparison of lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation response between 2 different low back pain subtypes. Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, Hwang SH, Choi BR, Hong JA, Jung DH. Spine (Phila Pa 1976). 2013 Jul 1;38(15):1260-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e318291b502. PMID: 23514875	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	L'angolo di flessione della colonna lombare era maggiore nel sottogruppo flessione rispetto al gruppo di controllo e al sottogruppo estensione LBP, e l'angolo di flessione dell'anca era maggiore nel sottogruppo estensione LBP rispetto al gruppo di controllo e al sottogruppo flessione . il flexion relaxation phenomenon del muscolo erettore spinale è scomparsa nei sottogruppi LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Patients with chronic non-specific low back pain have altered movement coordination during functional reaching tasks. Peebles AT, Van Der Veen S, Stamenkovic A, Thomas JS. Gait Posture. 2022 Jan;91:30-34. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.10.004. Epub 2021 Oct 7. PMID: 34634613	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	i partecipanti con NSCLBP avevano rapporti lombare-anca ridotti rispetto ai partecipanti di controllo sia durante i compiti ciclici che durante i compiti discreti; tuttavia, non sono state osservate differenze nell'escursione dell'anca o lombare tra i gruppi durante entrambi i compiti. I partecipanti con NSCLBP avevano tempi di raggiungimento più lenti rispetto ai controlli durante il compito di raggiungimento singolo.	precisi	yes	yes	yes	/
	Differences in lumbar spine and lower extremity kinematics in people with and without low back pain during a step-up task: a cross-sectional study. Mitchell K, Porter M, Anderson L, Phillips C, Arceo G, Montz B, Levy S, Gombatto SP. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Aug 25;18(1):369. doi: 10.1186/s12891-017-1721-z. PMID: 28841866 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	partecipanti con LBP hanno mostrato meno movimento lombare inferiore sul piano sagittale, più movimento del ginocchio sul piano coronale e più movimento degli arti inferiori sul piano assiale rispetto ai controlli durante il compito di salire un gradino.	precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: continua

	Resting-State Functional Connectivity of the Sensorimotor Network in Individuals with Nonspecific Low Back Pain and the Association with the Sit-to-Stand-to-Sit Task. Pijnenburg M, Brumagne S, Caeyenberghs K, Janssens L, Goossens N, Marinazzo D, Swinnen SP, Claeys K, Siugzdaite R. Brain Connect. 2015 Jun;5(5):303-11. doi: 10.1089/brain.2014.0309. Epub 2015 Feb 5. PMID: 25557846	yes	can't tell	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	i soggetti LBP hanno impiegato più tempo rispetto ai sani nel compiere i 5 compiti. è stata evidenziata una diversa connettività funzionale tra LBP e sani in alcune aree cerebrali. in particolare la ridotta connettività del giro precentrale e dei lobi cerebellari 4 e 5 erano correlati all'aumento del tempo necessario per eseguire il movimento.	precisi	yes	yes	yes	/
	Differences in brain processing of proprioception related to postural control in patients with recurrent non-specific low back pain and healthy controls. Goossens N, Janssens L, Caeyenberghs K, Albouy G, Brumagne S. Neuroimage Clin. 2019;23:101881. doi: 10.1016/j.nicl.2019.101881. Epub 2019 May 28. PMID: 31163385 Free PMC article.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	non è stata evidenziata una differenza di dominanza posturale tra i due gruppi. entrambi i gruppi si affidavano meno alla propriocezione di caviglia quando si trovavano su superficie instabile. i pz con LBP richiedevano più tempo per eseguire il sit to stand to sit su entrambe le superfici	precisi	yes	yes	yes	/
	Discriminating healthy controls and two clinical subgroups of nonspecific chronic low back pain patients using trunk muscle activation and lumbosacral kinematics of postures and movements: a statistical classification model. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. Spine (Phila Pa 1976). 2009 Jul 1;34(15):1610-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181aa6175. PMID: 19564772	yes	yes	yes	yes	no	no	yes	/	/	i sottogruppi differivano per tutti i parametri. i soggetti active extension pattern avevano una maggiore attività muscolare e una posizione più lordotica dei flexion pattern al termine della flessione e questi ultimi una maggiore attività muscolare dei soggetti sani. i FP avevano una maggiore rotazione posteriore del bacino in questo movimento rispetto agli altri due gruppi. I soggetti active pattern hanno una colonna più estesa rispetto ai sani, i soggetti flexion pattern una colonna più flessa. in entrambi i gruppi c'era un'assenza di flexion relaxation phenomenon rispetto ai sani.	precisi	yes	yes	yes	/
	Trunk and lower limb coordination during lifting in people with and without chronic low back pain. Pranata A, Perraton L, El-Ansary D, Clark R, Mentiplay B, Fortin K, Long B, Brandham R, Bryant AL. J Biomech. 2018 Apr 11;71:257-263. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.02.016. Epub 2018 Feb 20. PMID: 29499832	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	nei soggetti con elevata disabilità è stata evidenziata una ridotta coordinazione lombare-anca rispetto a quelli con ridotta disabilità. questi soggetti hanno inoltre dimostrato una ridotta variabilità di movimento di anca e ginocchio rispetto ai soggetti sani.	precisi	yes	yes	yes	/
	Jacobs JV, Lyman CA, Hitt JR, Henry SM. Task-related and person-related variables influence the effect of low back pain on anticipatory postural adjustments. Hum Mov Sci. 2017 Aug;54:210-219. doi: 10.1016/j.humov.2017.05.007. Epub 2017 May 17. PMID: 28527423; PMCID: PMC5522366.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	il gruppo con LBP ha mostrato dei ritardi negli Aggiustamenti Posturali Anticipatori più ampi quando il movimento è stato iniziato su comando esterno. Ritardi statisticamente significativi sono stati evidenziati solo per il muscolo obliquo esterno controlaterale al braccio sollevato.	precisi	yes	yes	yes	/
	Alsubaie AM, Martinez-Valdes E, De Nunzio AM, Falla D. Trunk control during repetitive sagittal movements following a real-time tracking task in people with chronic low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2021 Apr;57:102533. doi: 10.1016/j.jelekin.2021.102533. Epub 2021 Feb 16. PMID: 33621756.	yes	can't tell	yes	yes	yes	no	no	/	/	è stato evidenziato una differenza statisticamente significativa tra i gruppi nella temporalità del movimento. il gruppo LBP presentava una minore anticipazione del movimento nel compito veloce rispetto ai controlli e un ritardo rispetto al feedback nel compito veloce.	poco precisi, manca no IC	yes	yes	can't tell	/

	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	no	/	/	Le persone con LBP erano più dipendenti dai segnali della caviglia rispetto ai soggetti sani durante la condizione di controllo e anche durante la condizione instabile. la loro continua dipendenza dalla propriocezione della caviglia ha mostrato la loro incapacità di passare a una strategia di controllo posturale propriocettivo più appropriata. la condizione di affaticamento induceva nei sani un aumento della dipendenza dai segnali di caviglia anche nella situazione instabile.	poco precisi, manca no IC	yes	yes	yes	/
	Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. Gait Posture. 2008 Nov;28(4):657-62. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.04.015. Epub 2008 Jun 9. PMID: 18541428.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	nessuna differenza è stata individuata nell'inclinazione del corpo quando la vista era disponibile. è stata invece notata una tendenza all'inclinazione anteriore quando la visione era occlusa e quando l'instabilità posturale era anticipata.	poco precisi, manca no IC	yes	yes	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	can't tell	yes	no	no	no	no	/	/	la deviazione angolare del bacino e del tronco erano significativamente maggiore nei soggetti LBP in due dei tre piani spaziali analizzati. la rotazione del bacino e del tronco era la risposta ai disturbi dell'equilibrio maggiormente usata da entrambi i gruppi. Il gruppo CLBP ha mostrato un'alta correlazione tra movimento del bacino e del tronco, rispetto al gruppo di controllo.	poco precisi	yes	yes	yes	/
	Ginanneschi F, Dominici F, Milani P, Biasella A, Rossi A, Mazzocchio R. Changes in the recruitment curve of the soleus H-reflex associated with chronic low back pain. Clin Neurophysiol. 2007 Jan;118(1):111-8. doi: 10.1016/j.clinph.2006.09.024. Epub 2006 Nov 13. PMID: 17095294.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	la soglia del riflesso H era aumentata, la dimensione del riflesso H in funzione dello stimolo era diversa e la pendenza della curva di reclutamento H era inferiore nei soggetti LBP rispetto ai sani	precisi	yes	yes	can't tell	/
	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	/	/	l'indice di stabilità lombare era significativamente ridotto nei soggetti LBP specialmente quando non era presente il feedback visivo.	precisi	yes	yes	yes	/
	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 Nov 15;21(22):2640-50. doi: 10.1097/00007632-199611150-00014. PMID: 8961451.	yes	can't tell	yes	no	yes	yes	no	/	/	nei soggetti di controllo i muscoli del tronco si muovevano prima dell'arto e il primo muscolo ad attivarsi era il trasverso. nei soggetti con LBP, invece, nessun muscolo si attivava prima dell'arto ed è stata evidenziato un ritardo statisticamente significativo nell'attivazione del trasverso.	precisi	yes	yes	yes	/
	Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. Task-specificity of bilateral anticipatory activation of the deep abdominal muscles in healthy and chronic low back pain populations. Gait Posture. 2015 Feb;41(2):440-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.006. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25482033.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi se non per l'attivazione del semitendinoso durante la flessione bilaterale di spalla. l'attivazione anticipatoria si verificava in entrambi in gran parte di entrambi gruppi dopo la flessione di spalla e in maniera rara nella estensione da prono.	poco precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: continua

	Jubany J, Danneels L, Angulo-Barroso R. The influence of fatigue and chronic low back pain on muscle recruitment patterns following an unexpected external perturbation. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Apr 19;18(1):161. doi: 10.1186/s12891-017-1523-3. PMID: 28420353; PMCID: PMC5395784.	yes	can't tell	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	non è stata evidenziata una differenza statisticamente significativa tra soggetti CLBP e soggetti sani nell'attività muscolare post perturbazione esterna. Tuttavia, il gruppo CLBP ha mostrato caratteristiche temporali dell'attività muscolare che erano tra il gruppo sano affaticato e non affaticato	precisi	yes	yes	no	/
	Larivière C, Forget R, Vadeboncoeur R, Bilodeau M, Mecheri H. The effect of sex and chronic low back pain on back muscle reflex responses. Eur J Appl Physiol. 2010 Jul;109(4):577-90. doi: 10.1007/s00421-010-1389-7. Epub 2010 Feb 20. PMID: 20174929.	yes	yes	yes	no	no	yes	no	/	/	i soggetti CLBP preattivavano in maniera significativamente maggiore rispetto ai soggetti sani. L'ampiezza del riflesso della muscolatura della schiena era maggiore nei soggetti LBP. Non è stata evidenziata invece alcuna differenza nella latenza del riflesso tra i due gruppi.	precisi	yes	yes	yes	/
	Failure to use movement in postural strategies leads to increased spinal displacement in low back pain. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Spine (Phila Pa 1976). 2007 Sep 1;32(19):E537-43. doi: 10.1097/BRS.0b013e31814541a2. PMID: 17762795	yes	can't tell	yes	no	no	no	no	/	/	è stata evidenziata una ridotta frequenza di estensione preparatoria alla flessione nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. È stato evidenziato un maggiore spostamento spinale in direzione della flessione nei soggetti CLBP rispetto ai soggetti sani.	precisi	yes	yes	yes	/
	Almeida S, Eapen C, Krishnan S. Association of thoraco-lumbar fascia length in individuals with non-specific low back pain - an observational study. J Bodyw Mov Ther. 2020 Oct;24(4):581-587. doi: 10.1016/j.jbmt.2020.08.004. Epub 2020 Sep 3. PMID: 33218565.	yes	yes	yes	yes	no	yes	no	/	/	è stata evidenziata una riduzione del ROM in flessione lombare nei soggetti LBP e una riduzione della lunghezza della fascia toraco lombare. non è stata evidenziata alcuna differenza di forza della muscolatura che si inserisce sulla fascia tra i due gruppi.	precisi	yes	yes	yes	/
	Fasuyi FO, Fabunmi AA, Adegoke BOA. Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. J Bodyw Mov Ther. 2017 Apr;21(2):246-250. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.06.002. Epub 2016 Jun 16. PMID: 28532865.	yes	can't tell	yes	no	no	no	no	/	/	i soggetti senza LBP avevano degli hamstring significativamente più lunghi, ma il range di inclinazione pelvica non era significativamente diverso tra i due gruppi.	poco precisi	no	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.0000000000018544. PMID: 32000363; PMCID: PMC7004720.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	non è stata evidenziata alcuna differenza statisticamente significativa nella forza tra soggetti LBP e sani. era presente una differenza statisticamente significativa nella forza della maggior parte dei muscoli dell'anca tra la popolazione attiva e quella inattiva.	precisi	yes	yes	yes	/
	Ringheim I, Indahl A, Roeleveld K. Reduced muscle activity variability in lumbar extensor muscles during sustained sitting in individuals with chronic low back pain. PLoS One. 2019 Mar 14;14(3):e0213778. doi: 10.1371/journal.pone.0213778. PMID: 30870487; PMCID: PMC6417776.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	i soggetti LBP avevano una maggiore oscillazione mediolaterale, una maggiore variabilità di postura, uno sforzo percepito e una percezione di dolore più alta rispetto ai soggetti sani durante la seduta. i pz LBP hanno mostrato una minore variabilità temporale di attivazione muscolare durante la seduta, ma una simile distribuzione spaziale. i pz LBP sono stati in grado di mantenere la posizione seduta per minor tempo rispetto ai sani.	precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: continua

	Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, Ishida T, Samukawa M, Tohyama H. The onset of deep abdominal muscles activity during tasks with different trunk rotational torques in subjects with non-specific chronic low back pain. J Orthop Sci. 2019 Sep;24(5):770-775. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.028. Epub 2019 Jan 31. PMID: 30711377.	yes	yes	yes	no	yes	yes	no	/	/	Nei movimenti che producevano un momento torcente a sinistra si sono verificati dei ritardi nell'attivazione della muscolatura trasverso e addominale obliquo interno di destra. Viceversa per i compiti a destra. Nessuna differenza nei gesti non producevano un momento rotazionale	poco precisi	yes	yes	no	/
	Seyed Hoseinpoor T, Kahrizi S, Mobini B, Naji M. A comparison of abdominal muscle thickness changes after a lifting task in subjects with and without chronic low-back pain. Hum Factors. 2015 Mar;57(2):208-17. doi: 10.1177/0018720814544213. Epub 2014 Aug 7. PMID: 25850152.	yes	can't tell	yes	yes	yes	no	no	/	/	entrambi i gruppi hanno mostrato un aumento dello spessore del trasverso è stato evidenziato un cambiamento nello spessore del trasverso maggiore del 10% nei soggetti LBP. è stato inoltre osservato un cambiamento di spessore dell'obliquo interno maggiore nei soggetti LBP, tuttavia, questo cambiamento non è stato statisticamente significativo.	poco precisi	yes	yes	yes	/
	Guimarães CQ, Sakamoto AC, Laurentino GE, Teixeira-Salmela LF. Electromyographic activity during active prone hip extension did not discriminate individuals with and without low back pain. Rev Bras Fisioter. 2010 Jul-Aug;14(4):351-7. doi: 10.1590/s1413-35552010005000017. Epub 2010 Aug 13. PMID: 20949236.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	non è stata evidenziata alcuna differenza statisticamente significativa nelle latenze, nella quantità di attivazione e nella durata di attivazione di tutti i muscoli indagati tra i due gruppi.	precisi	yes	yes	no	/
	Hides JA, Belavý DL, Cassar L, Williams M, Wilson SJ, Richardson CA. Altered response of the anterolateral abdominal muscles to simulated weight- bearing in subjects with low back pain. Eur Spine J. 2009 Mar;18(3):410-8. doi: 10.1007/s00586-008-0827-2. Epub 2008 Nov 18. PMID: 19015895; PMCID: PMC2899422.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	/	/	è stato evidenziato una riduzione dell'accorciamento del muscolo trasverso nei soggetti LBP in varie fasi di carico. non si sono verificati cambiamenti di spessore del trasverso statisticamente significativi. in una fase di carico si è evidenziato un maggiore aumento di spessore dell'obliquo interno nei soggetti LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. Arch Phys Med Rehabil. 2001 Feb;82(2):232-8. doi: 10.1053/apmr.2001.19786. PMID: 11239316.	yes	yes	yes	no	yes	no	no	/	/	Il gruppo di pazienti ha mostrato una restrizione significativa del range di movimento e dell'estensibilità dei muscoli posteriori della coscia rispetto al gruppo di controllo. Nessuna differenza significativa nella rigidità dei muscoli posteriori della coscia può essere valutata tra i due gruppi.	poco precisi	no	yes	can't tell	/
	Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De CH. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. Eur Spine J. 2002 Feb;11(1):13-9. doi: 10.1007/s005860100314. PMID: 11931058; PMCID: PMC3610485.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	/	/	negli esercizi di coordinazione c'era una differenza significativa nell'attività del multifido tra sani e pazienti con lombalgia cronica. nessuna differenza negli esercizi di stabilizzazione. negli esercizi di forza c'era una differenza significativa tra soggetti sani e soggetti con lombalgia cronica.	precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: continua

	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	no	yes	no	/	/	i soggetti CLBP hanno mostrato una maggiore oscillazione posturale e una maggiore attivazione muscolare durante la stazione eretta prolungata. il cambiamento nello sforzo percepito e nel dolore percepito tra prima e dopo la stazione eretta prolungata era maggiore nei CLBP.	precisi	yes	yes	no	/
	Rasouli O, Shanbehzadeh S, Arab AM, ShahAli S, Sarafraz H. The Effect of Respiratory Phase on Abdominal Muscle Activity During Stable and Unstable Sitting Positions in Individuals With and Without Chronic Low Back Pain. J Manipulative Physiol Ther. 2020 Mar-Apr;43(3):225-233. doi: 10.1016/j.jmpt.2019.02.013. Epub 2020 Aug 1. PMID: 32747149.	yes	yes	yes	yes	yes	no	yes	/	/	rispetto ai sani, il gruppo CLBP ha mostrato cambiamenti di spessore muscolare minori in tutti i muscoli addominali, ad eccezione dell'obliquo esterno, in entrambe le fasi di respirazione mentre era seduto su una gym ball con il sollevamento del piede sinistro. Il gruppo CLBP ha mostrato iperattività del muscolo retto dell'addome rispetto ai controlli sani mentre era seduto su una sedia in entrambe le fasi respiratorie.	precisi	yes	yes	yes	/
	Li X, Lo WLA, Lu SW, Liu H, Lin KY, Lai JY, Li L, Wang CH. Trunk muscle activity during pressure feedback monitoring among individuals with and without chronic low Back pain. BMC Musculoskelet Disord. 2020 Aug 22;21(1):569. doi: 10.1186/s12891-020-03565-y. PMID: 32828131; PMCID: PMC7443296.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	la percentuale della massima contrazione volontaria era minore nei soggetti CLBP rispetto ai soggetti sani ad ogni pressione target. alla massima contrazione volontaria l'ampiezza del segnale EMG era minore nei soggetti LBP. l'entità della MVC era negativamente correlata con la percezione del dolore e la disabilità.	precisi	yes	yes	yes	/
	Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. J Electromyogr Kinesiol. 2015 Aug;25(4):675-80. doi: 10.1016/j.jelekin.2015.04.013. Epub 2015 May 2. PMID: 25983204.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	/	/	L'insorgenza del multifido bilaterale e dell'erettore spinale controlaterale è stata significativamente ritardata nel gruppo CLBP rispetto al gruppo sano. I tempi di insorgenza del grande gluteo e dell'erettore spinale omolaterale non hanno mostrato differenze significative tra i gruppi.	precisi	yes	yes	yes	/
	Sweeney N, O'Sullivan C, Kelly G. Multifidus muscle size and percentage thickness changes among patients with unilateral chronic low back pain (CLBP) and healthy controls in prone and standing. Man Ther. 2014 Oct;19(5):433-9. doi: 10.1016/j.math.2014.04.009. Epub 2014 May 9. PMID: 24909431.	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	il CLBP durante la posizione eretta con il sollevamento dell'arto controlaterale ha dimostrato un aumento percentuale maggiore dello spessore a L5/S1 rispetto ai controlli. Non ci sono state differenze tra i gruppi a livello L4/L5 per questa posizione. Non ci sono state differenze tra i gruppi per lo spessore del LM o la variazione percentuale dello spessore in posizione prona o in piedi a riposo.	poco precisi	yes	yes	no	/
	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	no	yes	no	/	/	è stato evidenziato un maggiore cambiamento di spessore nel retto addominale sia durante la seduta stabile che durante la seduta instabile nei soggetti CLBP. è stato evidenziato un minor cambiamento di spessore del trasverso durante la seduta instabile nei soggetti CLBP.	precisi	yes	yes	yes	/

Tabella 4: continua

	Koppenhaver S, Gaffney E, Oates A, Eberle L, Young B, Hebert J, Proulx L, Shinohara M. Lumbar muscle stiffness is different in individuals with low back pain than asymptomatic controls and is associated with pain and disability, but not common physical examination findings. Musculoskelet Sci Pract. 2020 Feb;45:102078. doi: 10.1016/j.msksp.2019.102078. Epub 2019 Nov 1. PMID: 31704551.	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	/	/	è stata evidenziata un aumento della rigidità a riposo del 20% nell'erettore spinale e del 10% del multifido nei soggetti LBP rispetto agli asintomatici. non è stata evidenziata alcuna differenza nella rigidità durante la contrazione tra i due gruppi. l'aumento della rigidità era correlato con cinque aspetti self-reported, ma con nessuno degli elementi evidenziabili dall'esame fisico.	precisi	yes	yes	yes	/
	Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, Kobayashi T, Ino T, Takeda N. Individuals with chronic low back pain do not modulate the level of transversus abdominis muscle contraction across different postures. Man Ther. 2014 Dec;19(6):534-40. doi: 10.1016/j.math.2014.05.010. Epub 2014 Jun 20. PMID: 25009124.	yes	can't tell	yes	yes	yes	no	no	/	/	nel gruppo di controllo a riposo lo spessore del trasverso variava tra le posture, nel gruppo LBP lo spessore del trasverso era differente tra le varie posture. durante la manovra di contrazione del trasverso lo spessore era significativamente maggiore nel gruppo LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Linsiński P. Surface EMG in chronic low back pain. Eur Spine J. 2000 Dec;9(6):559-62. doi: 10.1007/s005860000131. PMID: 11189927; PMCID: PMC3611419.	yes	can't tell	yes	no	no	no	no	/	/	ampiezza media e massima e intensità dell'erettore spinale a livello di T7 erano significativamente più basse nel gruppo CLBP. ampiezza media e massima e intensità del multifido erano significativamente più basse a livello di L4.	poco precisi	no	yes	can't tell	/
	Marshall PW, Mannion J, Murphy BA. The eccentric, concentric strength relationship of the hamstring muscles in chronic low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2010 Feb;20(1):39-45. doi: 10.1016/j.jelekin.2009.04.005. PMID: 19435669.	yes	yes	yes	yes	yes	yrd	yes	/	/	il rapporto forza eccentrica/concentrica a 30 gradi/s era più alto per il gruppo LBP. la somma tra concentrica ed eccentrica era più alta nel gruppo LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Sung PS, Lammers AR, Danial P. Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. Spine J. 2009 Feb;9(2):115-20. doi: 10.1016/j.spinee.2007.11.011. Epub 2008 Feb 14. PMID: 18280212.	yes	yes	yes	yes	yes	no	yes	/	/	la frequenza EMG della parte toracica era significativamente inferiore rispetto alla frequenza EMG della parte lombare nei soggetti LBP. la frequenza della zona toracica era più alta nei soggetti sani, invece, la frequenza nella parte lombare era più alta nei soggetti LBP.	precisi	yes	yes	yes	/
	Cooper NA, Scavo KM, Strickland KJ, Tipayamongkol N, Nicholson JD, Bewyer DC, Sluka KA. Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic low back pain compared to healthy controls. Eur Spine J. 2016 Apr;25(4):1258-65. doi: 10.1007/s00586-015-4027-6. Epub 2015 May 26. PMID: 26006705.	yes	yes	yes	yes	no	no	yes	/	/	Il gluteo medio è più debole nelle persone con LBP rispetto ai controlli o al lato non affetto. Il segno di Trendelenburg è più diffuso nei soggetti con LBP rispetto ai controlli. C'è più dolorabilità alla palpazione sui glutei, sul grande trocantere e sui paraspinali nelle persone con lombalgia rispetto ai controlli.	poco precisi	yes	yes	can't tell	/
	Shirado O, Kaneda K, Ito T. Trunk-muscle strength during concentric and eccentric contraction: a comparison between healthy subjects and patients with chronic low-back pain. J Spinal Disord. 1992 Jun;5(2):175-82. doi: 10.1097/00002517-199206000-00005. PMID: 1535005.	yes	can't tell	yes	no	no	no	no	/	/	Sebbene la forza fosse probabilmente più debole nei pazienti con CLBP rispetto ai soggetti sani, non vi erano differenze statistiche tra i due gruppi. In termini di rapporto flessori/estensori della coppia massima, non c'erano significatività statistica tra i due gruppi in nessuna delle due modalità di contrazione.	poco precisi	yes	yes	can't tell	/

Tabella 4: continua

	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	no	no	/	/	il cambiamento di spessore del muscolo trasverso tra il riposo e la massima contrazione era minore nei soggetti CLBP. l'oscillazione posturale del gruppo CLBP era maggiore nella maggior parte dei compiti. c'era una correlazione negativa tra oscillazione ad occhi aperti e cambiamento dello spessore del trasverso e una correlazione positiva tra cambiamento dello spessore del multifido destro e area di oscillazione.	precisi	yes	yes	can't tell	/
	Electromyographic and Kinematic Analysis of Trunk and Limb Muscles During a Holding Task in Individuals With Chronic Low Back Pain and Healthy Controls. Jubany J, Marina M, Angulo-Barroso R. PM R. 2017 Nov;9(11):1106-1116. doi: 10.1016/j.pmrj.2017.04.008. Epub 2017 Apr 29. PMID: 28461229	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	/	/	i soggetti CLBP presentavano un tempo di fallimento significativamente minore rispetto ai sani. on sono state riscontrate differenze statisticamente significative nelle misurazioni basate sull'elettromiografia di affaticabilità muscolare, ad eccezione del muscolo obliquo interno. Le variabili cinematiche erano simili nei 2 gruppi.	precisi	yes	yes	yes	/
	Wallwork TL, Stanton WR, Freke M, Hides JA. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. Man Ther. 2009 Oct;14(5):496-500. doi: 10.1016/j.math.2008.09.006. Epub 2008 Nov 21. PMID: 19027343.	yes	can't tell	yes	yes	yes	no	yes	/	/	è stata evidenziata una riduzione della cross-sectional area del multifido a livello di L5, e un aumento della CSA a livello di L2. è stata evidenziata una riduzione della percentuale di spessore del multifido a livello di L5 durante la contrazione volontaria	precisi	yes	yes	yes	/

Categoria gesti funzionali:

35 studi pubblicati tra 1995 e 2022, di cui 2 revisioni sistematiche, 1 studio caso-controllo, 9 studi comparativi e 23 studi cross-sectional sono stati inseriti nella categoria gesti funzionali.
La maggior parte degli studi (17) ha analizzato pazienti con LBP cronico, 2 studi hanno incluso pazienti con LBP ricorrente, mentre i restanti hanno esaminato pazienti LBP senza alcun limite temporale.
All' interno della stessa categoria sono state identificate delle altre sottocategorie sulla base del gesto funzionale analizzato: 8 studi (46–53)hanno analizzato il gesto del sit to stand,11 studi (47,54–63) hanno approfondito i movimenti del rachide, 9 articoli(49,50,58,64–68) il gesto di sollevare un oggetto da terra, 3 il task di salire un gradino(49,50,69), mentre altri 6 studi (47,70–74)hanno analizzato gesti funzionali non analizzati da altri studi.
3 paper(75–77) non hanno propriamente indagato dei gesti funzionali ma hanno trattato la quantità di movimento che i soggetti LBP compiono all'interno di una giornata.
In tutte queste sottocategorie gli studi hanno valutato differenti aspetti del gesto funzionale. Ad esempio nel sottogruppo relativo al sit-to stand 3 studi hanno valutato l'attività muscolare durante tale gesto funzionale(50,78,79), 3 studi hanno valutato il tempo necessario per svolgere il compito(51,52,80) e 2 studi, analizzando tale gesto, hanno valutato le modificazioni corticali nei soggetti LBP(51,52). Nel gruppo relativo ai movimenti del rachide in maniera simile 9 studi si sono occupati di cinematica del movimento(54,55,58,60–62,81–83), di cui 3 in particolare del ritmo lombopelvico (60,61,81)e altri 3 studi dell'attività muscolare.(78,83,84) Nel gruppo relativo al sollevamento di un oggetto da terra 4 studi hanno analizzato la cinematica di tale movimento, (58,64,65,68) 3 l'attività muscolare (50,79,85)e 2 hanno indagato il carico sulla colonna durante tale movimento.(66,67)
I risultati di ogni studio sono stati riportati nel dettaglio all'interno della tabella 5.

Tabella 5: categoria gesti funzionali.

	TITOLO	AUTORE e ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI (sani VS LBP)	TIPOLOGIA E DURATA LBP	TIPO DI GESTO FUNZIONALE	RISULTATI	CONCLUSIONI
	Sedrez JA, Mesquita PV, Gelain GM, Candotti CT. Kinematic Characteristics of Sit-to-Stand Movements in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. J Manipulative Physiol Ther. 2019 Sep;42(7):532-540. doi: 10.1016/j.jmpt.2018.12.004. PMID: 31864436.	Sedrez JA, Mesquita PV, Gelain GM, Candotti CT - 2019	systematic review	8 studi cross sectional	nessun limite di durata del LBP	sit to stand	Quando si confrontano i pazienti con LBP rispetto ai controlli, i pazienti con LBP impiegano più tempo per eseguire i movimenti da seduti a in piedi e dà in piedi a seduti, mostrano una ridotta mobilità della colonna lombare, presentano una ridotta velocità del tronco, e diminuzione dell'accelerazione complessiva del tronco	nell'eseguire il compito di sit to stand ci sono alterazioni cinematiche nella colonna lombare, nell'anca e nel tronco dei pazienti con LBP. Tuttavia, i risultati di questa revisione indicano che vi sono scarse prove scientifiche sulle caratteristiche delle variabili cinematiche del tronco, della colonna lombare, del bacino e dell'anca in pazienti con LBP.
	Serafino F, Trucco M, Occhionero A, Cerone GL, Chiarotto A, Vieira T, Gallina A. Understanding regional activation of thoraco-lumbar muscles in chronic low back pain and its relationship to clinically relevant domains. BMC Musculoskelet Disord. 2021 May 11;22(1):432. doi: 10.1186/s12891-021-04287-5. PMID: 33975570; PMCID: PMC8114502.	Serafino F, Trucco M, Occhionero A, Cerone GL, Chiarotto A, Vieira T, Gallina A. - 2021	observational cross-sectional study	21 pazienti LBP e 21 pazienti sani	non specific chronic low back pain	5 gesti funzionali: cammino, sit to stand , flessione anteriore di tronco, flessione di spalla e tilt pelvico anteriore	è stata evidenziata una ridotta attivazione muscolare degli estensori della colonna nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani nei task di tilt pelvico anteriore e nella fase di "loading response" del cammino. inoltre è stata evidenziata una moderata correlazione tra l'intensità del dolore e l'ampiezza EMG.	una ridotta attività muscolare è stata evidenziata nei soggetti con LBP nei gesti di tilt pelvico anteriore e nella fase di loading response del cammino.
	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 lbp e 20 sani	cronico(> di 3 mesi)	sollevamento di un oggetto da terra	durante il sollevamento di un oggetto sono state osservate differenti velocità angolari tra i due gruppi e questa diversità era maggiormente legata alla presenza della paura del movimento.	gli individui con LBP avevano una ridotta estensione del tronco durante un'attività di sollevamento. La paura generalizzata del dolore correlato al movimento può contribuire a tale alterazione del movimento del tronco.
	Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, Ishida T, Samukawa M, Tohyama H. The onset of deep abdominal muscles activity during tasks with different trunk rotational torques in subjects with non-specific chronic low back pain. J Orthop Sci. 2019 Sep;24(5):770-775. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.028. Epub 2019 Jan 31. PMID: 30711377.	Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, Ishida T, Samukawa M, Tohyama H. - 2019	cross-sectional study	12 soggetti con lbp 13 soggetti sani	low back pain cronico	rapidi movimenti con gli arti superiori	Nei movimenti che producevano un momento rotazionale a sinistra si sono verificati dei ritardi nell'attivazione della muscolatura trasverso e addominale obliquo interno di destra. Viceversa per i compiti a destra. Nessuna differenza nei gesti che non producevano momenti rotazionali	l'inizio delle attività dell'obliquo interno e del trasverso di un lato nei soggetti con CLBP non specifico è stato ritardato durante i compiti rotazionali del tronco nella direzione opposta
	Bourigua I, Simoneau EM, Leteneur S, Gillet C, Ido G, Barbier F. Chronic low back pain sufferers exhibit freezing-like behaviors when asked to move their trunk as fast as possible. Spine J. 2014 Jul 1;14(7):1291-9. doi: 10.1016/j.spinee.2013.11.051. Epub 2013 Dec 9. PMID: 24333457.	Bourigua I, Simoneau EM, Leteneur S, Gillet C, Ido G, Barbier F. - 2014	comparative study	49 soggetti LBP e 33 soggetti sani	non specific chronic low back pain	Movimenti del rachide sul piano sagittale, frontale e orizzontale.	I soggetti del gruppo LBP hanno mostrato durante 6 movimenti del rachide (flessione - estensione- lateroflessione dx - lateroflessione sx - rotazione dx - rotazione sx) hanno mostrato una riduzione del rom e una riduzione della velocità angolare rispetto ai soggetti sani sia alla velocità preferita che alla massima velocità possibile.	i soggetti con CLBP presentano una riduzione della flessibilità e una riduzione della velocità nei movimenti del rachide, specialmente in quelli sul piano sagittale, rispetto ai soggetti sani. Inoltre i soggetti CLBP nell'esecuzione di tali movimenti alla massima velocità mettono in atto una strategia motoria simile al "freezing"
	Mazzone B, Wood R, Gombatto S. Spine Kinematics During Prone Extension in People With and Without Low Back Pain and Among Classification-Specific Low Back Pain Subgroups. J Orthop Sports Phys Ther. 2016 Jul;46(7):571-9. doi: 10.2519/jospt.2016.6159. Epub 2016 May 12. PMID: 27170528.	Mazzone B, Wood R, Gombatto S. - 2016	cross-sectional observational study	18 soggetti LBP e 17 soggetti sani	nessun limite di durata del LBP	estensione lombare da prono	i soggetti del gruppo LBP hanno mostrato durante il movimento di estensione da prono una simile cinematica globale ma una riduzione dell'estensione dei segmenti lombari inferiori rispetto ai controlli sani. inoltre il movimento di estensione di questi segmenti nei soggetti LBP si concentrava solo nella prima parte del movimento, mentre nei soggetti sani il movimento era maggiormente distribuito.	i soggetti lbp presentano una cinematica globale simile ai sani nell'estensione da prono, ma una diversa distribuzione del movimento tra i segmenti spinali.
	Varrecchia T, Conforto S, De Nunzio AM, Draicchio F, Falla D, Ranavolo A. Trunk Muscle Coactivation in People with and without Low Back Pain during Fatiguing Frequency-Dependent Lifting Activities. Sensors (Basel). 2022 Feb 12;22(4):1417. doi: 10.3390/s22041417. PMID: 35214319; PMCID: PMC8874369.	Varrecchia T, Conforto S, De Nunzio AM, Draicchio F, Falla D, Ranavolo A. - 2022	cross-sectional study	8 soggetti LBP e 15 soggetti sani	non specific low back pain per almeno 3 degli ultimi 6 mesi	sollevamento di un oggetto in 3 condizioni differenti per 15 min	è stata evidenziata una maggiore coattivazione muscolare e una maggiore attività muscolare nei compiti di sollevamento nei soggetti con LBP	Ci sono diverse strategie motorie tra persone con e senza LBP. Il risultato principale mostra che il LBP, per contrastare il dolore, coattiva i muscoli del tronco più del HC, adottando così una strategia più rigida e più faticosa.

Tabella 5: continua.

	Pourahmadi M, Takamjani IE, Sarrafzadeh J, Mohsenifar H, Fazeli SH, Bagheri R, Taghipour M. Effect of Chronic Low Back Pain on Lumbar Spine Lordosis During Sit-to-Stand and Stand-to-Sit. J Manipulative Physiol Ther. 2020 Feb;43(2):79-92. doi: 10.1016/j.jmpt.2018.11.028. Epub 2020 May 30. PMID: 32482434.	Pourahmadi M, Takamjani IE, Sarrafzadeh J, Mohsenifar H, Fazeli SH, Bagheri R, Taghipour M - 2020	comparative observational study	26 soggetti sani e 26 soggetti LBP	chronic non specific low back pain	sit to stand e stand to sit	è stata evidenziata una riduzione della lordosi lombare tra i soggetti CLBP e i soggetti sani nelle attività di sit to stand e stand to sit eccetto che nella posizione iniziale (seduta)	c'è una riduzione della lordosi lombare nei soggetti con CLBP nei gesti di sit to stand e stand to sit.
	Ippersiel P, Preuss R, Fillion A, Jean-Louis J, Woodrow R, Zhang Q, Robbins SM. Inter-joint coordination and the flexion-relaxation phenomenon among adults with low back pain during bending. Gait Posture. 2021 Mar;85:164-170. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.02.001. Epub 2021 Feb 5. PMID: 33581560.	Ippersiel P, Preuss R, Fillion A, Jean-Louis J, Woodrow R, Zhang Q, Robbins SM. - 2021	cross-sectional observational study	16 soggetti LBP e 21 soggetti sani	subacute and chronic non specific low back pain	flessione anteriore di tronco	è stata evidenziata una maggiore coordinazione fuori fase tra anca e lombare nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. Inoltre è stato evidenziato un ridotto tasso di rilassamento dei muscoli lunghissimo, ileocostale e multifido nei soggetti LBP.	I soggetti con LBP mostrano una maggiore coordinazione fuori fase tra anca e lombare e un ridotto tasso di rilassamento del tronco nella flessione di tronco.
	Gombatto SP, D'Arpa N, Landerholm S, Mateo C, O'Connor R, Tokunaga J, Tuttle LJ. Differences in kinematics of the lumbar spine and lower extremities between people with and without low back pain during the down phase of a pick up task, an observational study. Musculoskelet Sci Pract. 2017 Apr;28:25-31. doi: 10.1016/j.msksp.2016.12.017. Epub 2017 Jan 5. PMID: 28171775.	Gombatto SP, D'Arpa N, Landerholm S, Mateo C, O'Connor R, Tokunaga J, Tuttle LJ. - 2017	cross-sectional observational study	18 soggetti LBP e 17 soggetti sani	nessun limite di durata del LBP	raccogliere un oggetto da terra (fase discendente)	è stato evidenziato un maggiore movimento nei segmenti superiori (soprattutto nel primo 25% del movimento) e un minore movimento nei segmenti inferiori nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani. inoltre è stato evidenziato un maggiore movimento del ginocchio sul piano frontale nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani	i soggetti con LBP mostrano un aumentata flessione dei segmenti vertebrali lombari superiori e un maggiore spostamento sul piano frontale delle ginocchia durante il gesto di abbassarsi a raccogliere un oggetto da terra.
	Sung PS, Danial P, Lee DC. Comparison of the different kinematic patterns during lateral bending between subjects with and without recurrent low back pain. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2016 Oct;38:50-5. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2016.08.006. Epub 2016 Aug 16. PMID: 27569600.	Sung PS, Danial P, Lee DC. - 2016	comparative observational study	24 soggetti sani e 20 soggetti LBP	LBP ricorrente	flessione laterale di tronco	è stato evidenziato un aumentato della rotazione sul piano trasversale della colonna lombareverso il lato dominante nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. è stato inoltre evidenziata un aumento della rotazione del torace superiore in direzione del lato non dominante nei soggetti LBP.	i soggetti con LBP mostrano un aumentata rotazione lombare dal lato dominante e una aumentata rotazione del torace superiore dal lato non dominante durante la flessione laterale di tronco.
	Hemming R, Sheeran L, van Deursen R, Sparkes V. Investigating differences in trunk muscle activity in non-specific chronic low back pain subgroups and no- low back pain controls during functional tasks: a case-control study. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Oct 22;20(1):459. doi: 10.1186/s12891-019-2843-2. PMID: 31638957; PMCID: PMC6805581.	Hemming R, Sheeran L, van Deursen R, Sparkes V. - 2019	case-control study	50 soggetti LBP e 28 soggetti sani	non specific chronic low back pain	8 diversi gesti funzionali: allungarsi verso l'alto, salire un gradino, scendere un gradino, sollevare e riappoggiare una scatola, stand to sit, sit to stand e raccogliere un oggetto da terra	Non sono state osservate differenze significative tra i gruppi in tutti i muscoli durante lo step down, il piegamento per prendere una penna, il ritorno dopo aver preso in mano una penna o le attività funzionali da seduti a in piedi. Non sono state osservate differenze significative tra i gruppi nei muscoli lunghissimi durante qualsiasi compito funzionale. Sono invece state trovate alcune differenze nell'attività dell'multifido e dell'obliquo esterno durante lo stand to sit, il sollevamento della scatola la salita del gradino e l'allungamento verso l'alto	l'attività muscolare nei soggetti con NSCLBP sembra essere molto variabile durante le attività funzionali senza un chiaro schema di attività identificato.
	Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. Gait Posture. 2018 Mar;61:250-256. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.01.021. Epub 2018 Mar 20. PMID: 29413793.	Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N - 2018	cross-sectional study	40 soggetti LBP e 40 soggetti sani	non specific chronic low back pain	5 attività funzionali: raccogliere un oggetto da terra, mettere un oggetto per terra, sit to stand, stand to sit, e salire una scala.	è stata evidenziata una maggiore attività muscolare nei soggetti con LBP in tutti i gesti funzionali (eccetto uno). Non è stata evidenziata una correlazione tra kinesiofobia e fattori cognitivi/psicologici.	i soggetti con LBP mostrano un aumento dell'attività muscolare rispetto ai sani indipendentemente dal tipo di gesto funzionale in esame.
	Gizzi L, Röhrle O, Petzke F, Falla D. People with low back pain show reduced movement complexity during their most active daily tasks. Eur J Pain. 2019 Feb;23(2):410-418. doi: 10.1002/ejp.1318. Epub 2018 Oct 11. PMID: 30246275.	Gizzi L, Röhrle O, Petzke F, Falla D. - 2019	cross-sectional study	17 soggetti LBP e 18 soggetti sani	non specific chronic low back pain	qualsiasi azione o attività funzionale durante la vita quotidiana	non è stata evidenziata una differenza di complessità di movimento se si considerano le 24 h. È stata invece evidenziata una importante differenza di complessità di movimento tra i due gruppi durante l'ora di maggiore attività durante la giornata.	I risultati sono compatibili con l'ipotesi che il dolore induca una riduzione delle traiettorie cinematiche disponibili e dei gradi di libertà durante i movimenti naturali, che diventa più evidente quando vengono eseguiti compiti più impegnativi.

Tabella 5: continua.

	Marras WS, Davis KG, Ferguson SA, Lucas BR, Gupta P. Spine loading characteristics of patients with low back pain compared with asymptomatic individuals. Spine (Phila Pa 1976). 2001 Dec 1;26(23):2566-74. doi: 10.1097/00007632-200112010-00009. Erratum in: Spine 2002 Jan 1;27(1):118. PMID: 11725237.	Marras WS, Davis KG, Ferguson SA, Lucas BR, Gupta P. - 2001	comparative study	22 soggetti LBP e 22 soggetti sani	nessun limite di durata del LBP	gesto di sollevamento di un oggetto.	è stato evidenziato un maggiore carico sulla colonna nei pazienti con LBP rispetto ai soggetti sani durante gli sforzi controllati. Tale aumento di carico deriva dall'aumento della coattivazione muscolare. se ai pz LBP è concesso di muoversi liberamente, essi cercano di ridurre tale carico riducendo il movimento cinematico.	i risultati suggeriscono che un significativo costo di carico meccanico della colonna vertebrale è associato alla lombalgia derivante dalla coattivazione dei muscoli del tronco. Questo carico è ulteriormente esacerbato dall'aumento del peso corporeo che spesso accompagna la lombalgia.
	Larivière C, Gagnon D, Loisel P. The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion- extension and lateral bending tasks. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2000 Jul;15(6):407-16. doi: 10.1016/s0268-0033(00)00006-1. PMID: 10771119.	Larivière C, Gagnon D, Loisel P. - 2000	comparative study	15 soggetti LBP e 18 soggetti sani	chronic low back pain	flesso estensione e sollevamento di un peso	durante le attività di flessione-estensione, è stata osservata una significativa diminuzione della flessione lombare e un aumento della flessione toracica per i pazienti. L'effetto del carico è stato significativo per tutte le regioni del tronco ma non ha consentito una migliore discriminazione tra i gruppi.	è stato dimostrato per la prima volta che i pazienti con lombalgia cronica compensano una perdita di flessione lombare aumentando la flessione toracica. l sollevamento di un carico durante la flesso-estensione del tronco ha confermato l'alterazione della coordinazione della sezione del tronco ma non ha aiutato a discriminare meglio i pazienti dai soggetti normali.
	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	comparative study	10 soggetti LBP e 10 soggetti sani	recurrent LBP	respirazione	In posizione di riposo, i soggetti con LBP avevano uno spostamento maggiore della loro COP associato alla respirazione rispetto ai soggetti di controllo. Il gruppo LBP aveva una tendenza per un minore movimento dell'anca.	i soggetti con LBP presentano un ridotto controllo posturale manifestato dalla presenza di una maggiore oscillazione del centro di pressione legato alla respirazione in condizioni di riposo e una ridotta capacità dell'anca di reagire a questa oscillazione
	Marras WS, Ferguson SA, Burr D, Davis KG, Gupta P. Spine loading in patients with low back pain during asymmetric lifting exertions. Spine J. 2004 Jan-Feb;4(1):64-75. doi: 10.1016/s1529-9430(03)00424-8. PMID: 14749195.	Marras WS, Ferguson SA, Burr D, Davis KG, Gupta P. - 2004	cross sectional study	62 soggetti LBP 61 soggetti sani	nessun limite di durata del LBP	attività di sollevamento simmetriche e asimmetriche	il carico sulla colonna e le forze di taglio sono stati maggiori nel gruppo LBP	i soggetti con LBP presentano un maggior carico spinale rispetto ai soggetti sani nelle attività di sollevamento probabilmente per la maggior coattivazione muscolare antagonista.
	Asgari M, Mokhtarinia HR, Sanjari MA, Kahrizi S, Philip GC, Parnianpour M, Khalaf K. Trunk Dynamic Stability Assessment for Individuals With and Without Nonspecific Low Back Pain During Repetitive Movement. Hum Factors. 2022 Mar;64(2):291-304. doi: 10.1177/0018720820939697. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32721245.	Asgari M, Mokhtarinia HR, Sanjari MA, Kahrizi S, Philip GC, Parnianpour M, Khalaf K. - 2022	cross sectional study	19 soggetti LBP 19 soggetti sani	non specific low back pain da almeno 3 mesi	differenti tipi di movimenti ripetuti di flesso-estensione	Entrambi i gruppi hanno dimostrato una competenza equivalente in termini di controllo e stabilità del tronco, suggerendo che le strategie di adattamento funzionale possono essere utilizzate dal gruppo NSLBP. Indossare il giubbotto carico ha amplificato gli effetti della compromissione del controllo del tronco per il gruppo NSLBP.	i soggetti con LBP hanno dimostrato sufficiente competenza in termini di stabilità dinamica del tronco
	van Weering MG, Vollenbroek-Hutten MM, Tönis TM, Hermens HJ. Daily physical activities in chronic lower back pain patients assessed with accelerometry. Eur J Pain. 2009 Jul;13(6):649-54. doi: 10.1016/j.ejpain.2008.07.005. Epub 2008 Aug 26. PMID: 18752975.	van Weering MG, Vollenbroek-Hutten MM, Tönis TM, Hermens HJ. - 2009	cross sectional study	29 soggetti LBP e 20 soggetti sani	chronic low back pain	attività quotidiane	è stato evidenziato che non ci sono differenze significative tra i livelli di attività dei soggetti con LBP e i soggetti sani né nelle giornate lavorative né nel tempo libero.	i livelli complessivi di attività non differiscono in modo significativo tra i pazienti CLBP ei controlli,
	Larivière C, Gagnon D, Loisel P. A biomechanical comparison of lifting techniques between subjects with and without chronic low back pain during freestyle lifting and lowering tasks. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2002 Feb;17(2):89-98. doi: 10.1016/s0268-0033(01)00106-1. PMID: 11832258.	Larivière C, Gagnon D, Loisel P. - 2002	comparative study	18 soggetti LBP e 15 soggetti sani	non specific chronic low back pain	attività di sollevamento simmetrica e asimmetrica	è stata evidenziata una minore attività dell'erettore spinale lombare e una maggiore attività dell'erettore spinale toracico. non sono state evidenziate altre differenze tra i gruppi.	la tecnica di sollevamento grossolana dei pazienti con mal di schiena era inalterata rispetto ai controlli, ma l'attivazione dei muscoli paraspinali differiva.
	Caeyenberghs K, Pijnenburg M, Goossens N, Janssens L, Brumagne S. Associations between Measures of Structural Morphometry and Sensorimotor Performance in Individuals with Nonspecific Low Back Pain. AJNR Am J Neuroradiol. 2017 Jan;38(1):183-191. doi: 10.3174/ajnr.A5020. Epub 2016 Nov 24. PMID: 27884877; PMCID: PMC7963671.	Caeyenberghs K, Pijnenburg M, Goossens N, Janssens L, Brumagne S. - 2017	cross-sectional study	17 soggetti LBP E 17 soggetti sani	non specific low back pain	5 sit to stand consecutivi su superficie stabile e instabile	i soggetti con LBP necessitavano di più tempo ad eseguire i task rispetto al gruppo di controllo. i soggetti LBP hanno mostrato delle modificazioni corticali rispetto ai controlli. queste modificazioni erano associate all'aumento del tempo necessario per eseguire il task e all'intensità del dolore percepito.	lo spessore corticale può contribuire a diversi aspetti delle prestazioni nel sit to stand e all'intensità del dolore percepito in individui con lombalgia aspecifica.
	Schmidt H, Bashkuev M, Weerts J, Graichen F, Altenscheidt J, Maier C, Reitmaier S. How do we stand? Variations during repeated standing phases of asymptomatic subjects and low back pain patients. J Biomech. 2018 Mar 21;70:67-76. doi: 10.1016/j.jbiomech.2017.06.016. Epub 2017 Jun 21. PMID: 28683929.	Schmidt H, Bashkuev M, Weerts J, Graichen F, Altenscheidt J, Maier C, Reitmaier S. - 2018	cross sectional study	studio su 83 soggetti LBP e 353 soggetti sani	chronic LBP da almeno 12 mesi	posizione eretta rilassata	in entrambe le coorti è stata evidenziata una grande variabilità interpersonale sia nella lordosi che nell'orientamento del sacro	la variabilità della posizione eretta non è prevedibile ma casuale, e quindi non riflette uno specifico modello comportamentale

Tabella 5: continua.

	Rudy TE, Boston JR, Lieber SJ, Kubinski JA, Delitto A. Body motion patterns during a novel repetitive wheel-rotation task. A comparative study of healthy subjects and patients with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1995 Dec 1;20(23):2547-54. doi: 10.1097/00007632-199512000-00014. PMID: 8610249.	Rudy TE, Boston JR, Lieber SJ, Kubinski JA, Delitto A. - 1995	comparative study	40 soggetti LBP e 40 soggetti sani	chronic LBP	compito di rotazione di una ruota	i soggetti di controllo hanno prodotto livelli significativamente più elevati di coppia statica e hanno completato un numero significativamente maggiore di ripetizioni di rotazione delle ruote rispetto ai LBP. I pazienti LBP hanno mostrato un movimento della parte superiore del tronco e pelvico, una rotazione della parte superiore del busto e una flessione laterale del tronco significativamente inferiori rispetto a quelli del gruppo di controllo.	soggetti sani e soggetti LBP hanno strategie di movimento dissimili
	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	cross sectional observational study	15 soggetti LBP e 15 soggetti sani	non specific LBP	livello di attività nella vita quotidiana.	i soggetti LBP spendono 0.7 ore in meno a camminare e hanno completato 3480 passi in meno rispetto ai sani. Hanno fatto 793 passi in meno al giorno durante le camminate moderate e 1214 passi in meno al giorno durante le lunghe camminate e 11 passi in meno al minuto durante le passeggiate più lunghe rispetto ai controlli sani.	gli individui con lombalgia cronica hanno un livello inferiore e uno schema alterato di attività fisica rispetto ai controlli abbinati.
	Comparison of lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation response between 2 different low back pain subtypes. Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, Hwang SH, Choi BR, Hong JA, Jung DH. Spine (Phila Pa 1976). 2013 Jul 1;38(15):1260-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e318291b502. PMID: 23514875	Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, Hwang SH, Choi BR, Hong JA, Jung DH. - 2013	cross-sectional study	16 soggetti sani e 31 soggetti LBP	LBP senza irradiazione del dolore. 2 sottogruppi: lumbar rotation syndrome e extension rotation syndrome	flessione e ritorno dalla flessione	L'angolo di flessione della colonna lombare era maggiore nel sottogruppo flessione rispetto al gruppo di controllo e al sottogruppo estensione LBP, e l'angolo di flessione dell'anca era maggiore nel sottogruppo estensione LBP rispetto al gruppo di controllo e al sottogruppo flessione . il flexion relaxation phenomenon del muscolo erettore spinale è scomparsa nei sottogruppi LBP.	questi risultati mostrano che i ritmi lombopelvici e l'attività muscolare sono diversi tra soggetti sani e pazienti assegnati a 2 sottogruppi specifici di LBP.
	Effects of noxious stimulation and pain expectations on neuromuscular control of the spine in patients with chronic low back pain. Henchoz Y, Tétreau C, Abboud J, Piché M, Descarreaux M. Spine J. 2013 Oct;13(10):1263-72. doi: 10.1016/j.spinee.2013.07.452. Epub 2013 Oct 3. PMID: 24090825	Henchoz Y, Tétreau C, Abboud J, Piché M, Descarreaux M. - 2013	cross sectional case control study	22 soggetti LBP e 22 soggetti sani	chronic LBP	flessione e ritorno dalla flessione in 3 condizioni diverse di aspettative del movimento.	è stata evidenziata un ridotto angolo di flessione in tutte e tre le condizioni nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. è stato evidenziato un ridotto rapporto lombare-anca in alcune fasi della flessione e del ritorno nei soggetti LBP rispetto ai sani.	ci sono diverse strategie di movimento tra i soggetti LBP e i sani
	Patients with chronic non-specific low back pain have altered movement coordination during functional reaching tasks. Peebles AT, Van Der Veen S, Stamenkovic A, Thomas JS. Gait Posture. 2022 Jan;91:30-34. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.10.004. Epub 2021 Oct 7. PMID: 34634613	Peebles AT, Van Der Veen S, Stamenkovic A, Thomas JS. - 2022	cross sectional study	20 soggetti LBP E 21 soggetti sani	LBP cronico non specifico	compiti di raggiungimento	i partecipanti con NSCLBP avevano rapporti lombare-anca ridotti rispetto ai partecipanti di controllo sia durante i compiti ciclici che durante i compiti discreti, tuttavia non sono state osservate differenze nell'escursione dell'anca o lombare tra i gruppi durante entrambi i compiti. I partecipanti con NSCLBP avevano tempi di raggiungimento più lenti rispetto ai controlli durante il compito di raggiungimento singolo.	i ridotti rapporti lombare-anca durante il raggiungimento probabilmente riflettono una strategia di movimento compensatorio che potrebbe svolgere un ruolo importante nello sviluppo e nella progressione del LBP.
	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 study	54 soggetti LBP e 59 soggetti sani	LBP meccanico	movimenti di lateroflessione e rotazione del tronco accoppiati.	Il rapporto di asimmetria pelvica è stato maggiore nel gruppo LBP. i soggetti LBP hanno mostrato una maggiore asimmetria e un ridotto ROM toracico rispetto ai controlli nella flessione laterale e nella rotazione assiale quando considerati movimenti principali. I soggetti con LBP hanno mostrato un maggiore ROM e una maggiore asimmetria nella rotazione assiale rispetto ai controlli, quando analizzata come movimento combinato. È stata evidenziata una correlazione tra asimmetria pelvica e asimmetria nella lateroflessione a livello lombare in entrambi i gruppi	Ci sono differenze oggettive nei modelli di movimento lombare tra soggetti asintomatici e pazienti con LBP. Una sottile anomalia anatomica nel bacino è associata a una meccanica alterata nella colonna lombare.
	Differences in lumbar spine and lower extremity kinematics in people with and without low back pain during a step-up task: a cross-sectional study. Mitchell K, Porter M, Anderson L, Phillips C, Arceo G, Montz B, Levy S, Gombatto SP. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Aug 25;18(1):369. doi: 10.1186/s12891-017-1721-z. PMID: 28841866 Free PMC article.	Mitchell K, Porter M, Anderson L, Phillips C, Arceo G, Montz B, Levy S, Gombatto SP. - 2017	cross-sectional study	19 soggetti LBP e 18 soggetti sani	nessun limite di durata del LBP	salita di un gradino	partecipanti con LBP hanno mostrato meno movimento lombare inferiore sul piano sagittale, più movimento del ginocchio sul piano coronale e più movimento degli arti inferiori sul piano assiale rispetto ai controlli durante il compito di salire un gradino.	le persone con LBP mostrano un minor movimento della colonna lombare inferiore sul piano sagittale e un movimento disallineato degli arti inferiori.

Tabella 5: continua.

	Resting-State Functional Connectivity of the Sensorimotor Network in Individuals with Nonspecific Low Back Pain and the Association with the Sit-to-Stand-to-Sit Task. Pijnenburg M, Brumagne S, Caeyenberghs K, Janssens L, Goossens N, Marinazzo D, Swinnen SP, Claeys K, Siugzdaite R. Brain Connect. 2015 Jun;5(5):303-11. doi: 10.1089/brain.2014.0309. Epub 2015 Feb 5. PMID: 25557846	Pijnenburg M, Brumagne S, Caeyenberghs K, Janssens L, Goossens N, Marinazzo D, Swinnen SP, Claeys K, Siugzdaite R.- 2015	cross-sectional study	17 soggetti LBP e 17 soggetti sani	non specific low back pain	sit to stand to sit	i soggetti LBP hanno impiegato più tempo rispetto ai sani nel compiere i 5 compiti. è stata evidenziata una diversa connettività funzionale tra LBP e sani in alcune aree cerebrali. in particolare la ridotta connettività del giro precentrale e dei lobi cerebellari 4 e 5 erano correlati all'aumento del tempo necessario per eseguire il movimento.	nei soggetti con LBP c'è una riorganizzazione del network cerebrale a riposo che prevede una ridotta connettività in alcune aree. questa riduzione della connettività funzionale è correlata ad un aumento del tempo necessario per compiere il compito sit to stand to sit
	Differences in brain processing of proprioception related to postural control in patients with recurrent non-specific low back pain and healthy controls. Goossens N, Janssens L, Caeyenberghs K, Albouy G, Brumagne S. Neuroimage Clin. 2019;23:101881. doi: 10.1016/j.nicl.2019.101881. Epub 2019 May 28. PMID: 31163385 Free PMC article.	Goossens N, Janssens L, Caeyenberghs K, Albouy G, Brumagne S. - 2019	cross-sectional study	20 soggetti LBP e 20 soggetti sani	non specific low back pain	sit to stand to sit	non è stata evidenziata una differenza di dominanza posturale tra i due gruppi. entrambi i gruppi si affidavano meno alla propriocezione di caviglia quando si trovavano su superficie instabile. i pz con LBP richiedevano più tempo per eseguire il sit to stand to sit su entrambe le superfici	I risultati hanno rivelato che i pazienti con NSLBP mostravano più paura del movimento e avevano bisogno di più tempo per eseguire un sit to stand rispetto sit rispetto ai controlli senza dolore. Sebbene non sia stato possibile trovare differenze di gruppo significative nell'uso propriocettivo, una sostanziale variabilità tra soggetti nel gruppo NSLBP ha suggerito la presenza di sottogruppi che esibiscono un controllo posturale propriocettivo intatto rispetto a quello alterato.
	Discriminating healthy controls and two clinical subgroups of nonspecific chronic low back pain patients using trunk muscle activation and lumbosacral kinematics of postures and movements: a statistical classification model. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. Spine (Phila Pa 1976). 2009 Jul 1;34(15):1610-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181aa6175. PMID: 19564772	Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. - 2009	cross-sectional study	33 soggetti LBP e 34 soggetti sani	non specific chronic low back pain	stazione eretta, flessione in avanti e ritorno, estensione, posizione seduta classica e slumped	i sottogruppi differivano per tutti i parametri. i soggetti active extension pattern avevano una maggiore attività muscolare e una posizione più lordotica dei flexion pattern al termine della flessione e questi ultimi una maggiore attività muscolare dei soggetti sani. i FP avevano una maggiore rotazione posteriore del bacino in questo movimento rispetto agli altri due gruppi. I soggetti active pattern hanno una colonna più estesa rispetto ai sani, i soggetti flexion pattern una colonna più flessa. in entrambi i gruppi c'era un'assenza di flexion relaxation phenomenon rispetto ai sani.	la classificazione dei soggetti in no LBP, active extension e flexion pattern è giustificata da delle chiare variabili biomeccaniche.
	Trunk and lower limb coordination during lifting in people with and without chronic low back pain. Pranata A, Perraton L, El-Ansary D, Clark R, Mentiplay B, Fortin K, Long B, Brandham R, Bryant AL. J Biomech. 2018 Apr 11;71:257-263. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.02.016. Epub 2018 Feb 20. PMID: 29499832	Pranata A, Perraton L, El-Ansary D, Clark R, Mentiplay B, Fortin K, Long B, Brandham R, Bryant AL.	cross-sectional study	43 soggetti LBP e 29 soggetti sani	chronic low back pain	lifting task	nei soggetti con elevata disabilità è stata evidenziata una ridotta coordinazione lombare-anca rispetto a quelli con ridotta disabilità. questi soggetti hanno inoltre dimostrato una ridotta variabilità di movimento di anca e ginocchio rispetto ai soggetti sani.	I pazienti con CLBP ad alta disabilità hanno dimostrato una ridotta coordinazione del movimento lombare-anca e un movimento anca-ginocchio più rigido durante il sollevamento rispetto ai pazienti con CLBP a bassa disabilità e ai controlli sani.
	Ippersiel P, Teoli A, Wideman TH, Preuss RA, Robbins SM. The Relationship Between Pain-Related Threat and Motor Behavior in Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. Phys Ther. 2022 Feb 1;102(2):pzab274. doi: 10.1093/ptj/pzab274. PMID: 34939120.	Ippersiel P, Teoli A, Wideman TH, Preuss RA, Robbins SM. 2022	systematic review and meta-analisys	33 studi per la revisione sistematica, 21 per la metanalisi	LBP non specifico cronico o acuto/subacuto	flessione ed estensione di tronco e cammino	la paura correlata al dolore e il dolore catastrofico erano legati ad una riduzione del rom in flessione ma non in estensione. La maggiore attività dei muscoli estensori del tronco durante la flessione era moderatamente correlata alla paura correlata al dolore. Il dolore catastrofico, ma non la paura, era correlato all'attività del tronco superiore durante l'andatura.	è presente una relazione da debole a moderata tra la minaccia correlata al dolore e il comportamento motorio protetto durante le attività basate sulla flessione.

Categoria reazioni posturali:

Nella categoria reazioni posturali sono stati inseriti 14 studi pubblicati tra il 1996 e il 2021, di cui 1 studio caso controllo e 13 studi cross-sectional. Tra questi 9 studi hanno incluso pazienti con LBP cronico, altri 3 hanno incluso pazienti con LBP ricorrente, 1 articolo pazienti o con LBP cronico o ricorrente e 1 studio pz LBP senza alcun limite temporale.
Tali studi sono stati attribuiti a 3 diverse sottocategorie: 6 studi(34,86–90) parlavano di aggiustamenti posturali in reazione ad una perturbazione, 4 studi(91–94) di oscillazioni posturali in condizioni di instabilità e altri 4 parlavano di altri tipi di reazioni posturali.(95–98)
All'interno della sottocategoria aggiustamenti posturali in reazione ad una perturbazione i vari studi hanno presentato perturbazioni differenti. 4 studi presentavano una perturbazione interna: 2 presentavano una flessione di spalla bilaterale (87,90) e 2 una flessione di spalla unilaterale(34,86). I restanti 2 studi presentavano una perturbazione esterna.(88,89)
Nella categoria oscillazione posturale in condizioni di instabilità tutti gli studi hanno utilizzato una superficie instabile per creare la condizione di disequilibrio e 2 studi (93,94) hanno utilizzato anche privazione visiva per aumentare la condizione di instabilità. 1 studio ha valutato le reazioni posturali in posizione seduta, gli altri 3 in stazione eretta.(92)
I risultati di ogni studio sono stati riportati nel dettaglio nella tabella 6.

Tabella 6: categoria reazioni posturali.

	TITOLO	AUTORE e ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI (sani VS LBP)	TIPOLOGIA E DURATA LBP	OUTCOME	RISULTATI	CONCLUSIONI	SOTTO-CATEGORIA
	Jacobs JV, Lyman CA, Hitt JR, Henry SM. Task-related and person-related variables influence the effect of low back pain on anticipatory postural adjustments. Hum Mov Sci. 2017 Aug;54:210-219. doi: 10.1016/j.humov.2017.05.007. Epub 2017 May 17. PMID: 28527423; PMCID: PMC5522366.	Jacobs JV, Lyman CA, Hitt JR, Henry SM. - 2017	cross-sectional study	13 soggetti LBP e 13 soggetti sani	LBP cronico o ricorrente	aggiustamenti posturali anticipatori correlati ad un movimento di flessione di spalla auto-iniziato o iniziato su comando esterno.	il gruppo con LBP ha mostrato dei ritardi negli Aggiustamenti Posturali Anticipatori più ampi quando il movimento è stato iniziato su comando esterno. Ritardi statisticamente significativi sono stati evidenziati solo per il muscolo obliquo esterno controlaterale al braccio sollevato.	Questo studio ha identificato che il fatto di iniziare il movimento su comando esterno e le caratteristiche individuali di disabilità e paura dell'attività fisica sembrano influenzano l'effetto del LBP sull'APA.	AGGIUSTAMENTO POSTURALE IN REAZIONE AD UNA PERTURBAZIONE
	Alsubaie AM, Martinez-Valdes E, De Nunzio AM, Falla D. Trunk control during repetitive sagittal movements following a real-time tracking task in people with chronic low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2021 Apr;57:102533. doi: 10.1016/j.jelekin.2021.102533. Epub 2021 Feb 16. PMID: 33621756.	Alsubaie AM, Martinez-Valdes E, De Nunzio AM, Falla D. - 2021	cross-sectional study	15 soggetti LBP e 11 soggetti sani	LBP cronico non specifico	ritardo temporale del movimento spinale nei confronti di un feedback visivo in un movimento ripetitivo di flesso-estensione	è stato evidenziato una differenza statisticamente significativa tra i gruppi nella temporalità del movimento. il gruppo LBP presentava una minore anticipazione del movimento nel compito veloce rispetto ai controlli e un ritardo rispetto al feedback nel compito veloce.	I controlli erano in grado di anticipare il segnale di feedback sia durante il compito lento che durante il compito veloce, mentre i soggetti LBP presentavano rispetto al feedback una ridotta anticipazione nel compito veloce e un ritardo di movimento nel compito lento	ALTRO
	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 study	16 soggetti LBP e 16 soggetti sani	LBP ricorrente	oscillazione posturale su una superficie di supporto stabile o instabile in condizione di riposo e in condizione di affaticamento muscolare nei soggetti con LBP ricorrente e nei soggetti sani	Le persone con LBP erano più dipendenti dai segnali della caviglia rispetto ai soggetti sani durante la condizione di controllo e anche durante la condizione instabile. la loro continua dipendenza dalla propriocezione della caviglia ha mostrato la loro incapacità di passare a una strategia di controllo posturale propriocettivo più appropriata. la condizione di affaticamento induceva nei sani un aumento della dipendenza dai segnali di caviglia anche nella situazione instabile.	I risultati di questo studio hanno mostrato che gli individui sani hanno adottato una strategia di controllo multi-segmentale quando l'instabilità posturale è stata indotta utilizzando una superficie di supporto instabile. Tuttavia, le persone con LBP ricorrente hanno continuato a fare affidamento sulla propriocezione della caviglia con conseguente diminuzione della stabilità posturale. L'affaticamento muscolare della schiena in soggetti sani ha compromesso la capacità di adattare la loro strategia di controllo posturale alle condizioni prevalenti e ha portato gli individui sani a ricorrere a una strategia posturale simile a quella osservata nei pazienti con LBP ricorrente quando le richieste posturali sono aumentate.	OSCILLAZIONE POSTURALE IN CONDIZIONI DI INSTABILITA'
	Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. Gait Posture. 2008 Nov;28(4):657-62. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.04.015. Epub 2008 Jun 9. PMID: 18541428.	Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L. - 2008	cross-sectional study	56 soggetti LBP e 33 soggetti sani	LBP ricorrente non specifico	inclinazione del corpo in varie condizioni di equilibrio in soggetti sani e soggetti LBP e come l'anticipazione dell'instabilità posturale influenza l'inclinazione del corpo.	nessuna differenza è stata individuata nell'inclinazione del corpo quando la vista era disponibile. è stata invece notata una tendenza all'inclinazione anteriore quando la visione era occlusa e quando l'instabilità posturale era anticipata.	i pz con lbp presentano una alterata inclinazione anteriore del corpo in condizioni che sfidano il controllo posturale rispetto ai sani mettendo in atto una inclinazione anteriore del tronco.	OSCILLAZIONE POSTURALE IN CONDIZIONI DI INSTABILITA'

Tabella 6: continua

	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	A 2-group experimental design	19 soggetti LBP E 20 soggetti sani	non specific chronic LBP	strategie di controllo posturale della pelvi e del tronco durante una seduta instabile	la deviazione angolare del bacino e del tronco erano significativamente maggiore nei soggetti LBP in due dei tre piani spaziali analizzati. la rotazione del bacino e del tronco era la risposta ai disturbi dell'equilibrio maggiormente usata da entrambi i gruppi. Il gruppo CLBP ha mostrato un'alta correlazione tra movimento del bacino e del tronco, rispetto al gruppo di controllo.	nel gruppo LBP rispetto ai controlli sani è stata riscontrata una maggiore oscillazione posturale e un'elevata correlazione tra gli spostamenti del bacino e del tronco.	OSCILLAZIONE POSTURALE IN CONDIZIONI DI INSTABILITA'
	Ginanneschi F, Dominici F, Milani P, Biasella A, Rossi A, Mazzocchio R. Changes in the recruitment curve of the soleus H-reflex associated with chronic low back pain. Clin Neurophysiol. 2007 Jan;118(1):111-8. doi: 10.1016/j.clinph.2006.09.024. Epub 2006 Nov 13. PMID: 17095294.	Ginanneschi F, Dominici F, Milani P, Biasella A, Rossi A, Mazzocchio R. - 2007	cross-sectional study	14 soggetti LBP e 14 soggetti sani	chronic LBP	eccitabilità del riflesso H del soleo	la soglia del riflesso H era aumentata, la dimensione del riflesso H in funzione dello stimolo era diversa e la pendenza della curva di reclutamento H era inferiore nei soggetti LBP rispetto ai sani	Nel CLBP c'è una ridotta eccitabilità delle fibre afferenti di gruppo Ia dal muscolo soleo che presumibilmente dipendono da cambiamenti nell'input sensoriale periferico.	ALTRO
	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	experimental design	26 soggetti LBP e 28 soggetti sani	LBP	l'indice di stabilità lombare in soggetti con e senza LBP nel compito di stare su una gamba sola con e senza feedback visivo.	l'indice di stabilità lombare era significativamente ridotto nei soggetti LBP specialmente quando non era presente il feedback visivo.	l'indice di stabilità della colonna vertebrale centrale è diminuito significativamente in RHT e RST, specialmente quando il feedback visivo è stato bloccato per i soggetti con LBP.	ALTRO
	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	preliminary case control study	21 soggetti LBP e 23 soggetti sani	chronic LBP	controllo posturale nella posizione di riposo	I partecipanti con LBP avevano un'oscillazione significativamente aumentata rispetto ai controlli nella condizione con occhi chiusi su una superficie instabile.	gli individui con cLBP hanno un controllo posturale compromesso, come evidenziato dalla maggiore ampiezza e velocità di oscillazione del COP. Le differenze sono state amplificate dalla privazione visiva e dalle condizioni instabili della superficie.	OSCILLAZIONE POSTURALE IN CONDIZIONI DI INSTABILITA'
	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 Nov 15;21(22):2640-50. doi: 10.1097/00007632-199611150-00014. PMID: 8961451.	Hodges PW, Richardson CA. - 1996	cross-sectional study	30 soggetti LBP e 30 soggetti sani	chronic LBP	sequenza temporale dell'attività muscolare del tronco associata al movimento del braccio	nei soggetti di controllo i muscoli del tronco si muovevano prima dell'arto e il primo muscolo ad attivarsi era il trasverso. nei soggetti con LBP, invece, nessun muscolo si attivava prima dell'arto ed è stata evidenziato un ritardo statisticamente significativo nell'attivazione del trasverso.	il trasverso dell'addome si attiva in ritardo nei soggetti con LBP.	AGGIUSTAMENTO POSTURALE IN REAZIONE AD UNA PERTURBAZIONE

Tabella 6: continua

	Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. Task-specificity of bilateral anticipatory activation of the deep abdominal muscles in healthy and chronic low back pain populations. Gait Posture. 2015 Feb;41(2):440-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.006. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25482033.	Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. - 2015	cross-sectional study	12 soggetti LBP e 13 soggetti sani	chronic LBP	attivazione della muscolatura lombopelvica in reazione a movimenti rapidi degli arti (flessione bilaterale di spalla e estensione d'anca da prono).	non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi se non per l'attivazione del semitendinoso durante la flessione bilaterale di spalla. l'attivazione anticipatoria si verificava in entrambi in gran parte di entrambi gruppi dopo la flessione di spalla e in maniera rara nella estensione da prono.	il controllo motorio alterato nei soggetti CLBP si manifesta in maniera diversa in base al compito posturale richiesto. l'attivazione anticipatoria della muscolatura del tronco è una strategia motoria specifica per specifiche attività	AGGIUSTAMENTO POSTURALE IN REAZIONE AD UNA PERTURBAZIONE
	Jubany J, Danneels L, Angulo-Barroso R. The influence of fatigue and chronic low back pain on muscle recruitment patterns following an unexpected external perturbation. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Apr 19;18(1):161. doi: 10.1186/s12891-017-1523-3. PMID: 28420353; PMCID: PMC5395784.	Jubany J, Danneels L, Angulo-Barroso R. - 2017	cross-sectional study	24 soggetti LBP e 26 soggetti sani	chronic LBP	attività muscolare EMG che si verifica dopo una perturbazione durante una posizione funzionale	non è stata evidenziata una differenza statisticamente significativa tra soggetti CLBP e soggetti sani nell'attività muscolare post perturbazione esterna. Tuttavia, il gruppo CLBP ha mostrato caratteristiche temporali dell'attività muscolare che erano tra il gruppo sano affaticato e non affaticato	sebbene esista un modello muscolare simile tra CLBP e persone sane, le caratteristiche temporali dell'attività muscolare del CLBP hanno mostrato un modello tra persone sane e persone sane affaticate.	AGGIUSTAMENTO POSTURALE IN REAZIONE AD UNA PERTURBAZIONE
	Larivière C, Forget R, Vadeboncoeur R, Bilodeau M, Mecheri H. The effect of sex and chronic low back pain on back muscle reflex responses. Eur J Appl Physiol. 2010 Jul;109(4):577-90. doi: 10.1007/s00421-010-1389-7. Epub 2010 Feb 20. PMID: 20174929.	Larivière C, Forget R, Vadeboncoeur R, Bilodeau M, Mecheri H. - 2010	cross-sectional study	30 soggetti LBP e 20 soggetti sani	chronic LBP	pre-attivazione dei muscoli della schiena e risposta riflessa della muscolatura della schiena.	i soggetti CLBP preattivavano in maniera significativamente maggiore rispetto ai soggetti sani. L'ampiezza del riflesso della muscolatura della schiena era maggiore nei soggetti LBP. Non è stata evidenziata invece alcuna differenza nella latenza del riflesso tra i due gruppi.	è stata evidenziata una maggiore pre-attivazione e una maggiore ampiezza del riflesso nei soggetti CLBP rispetto ai soggetti sani. non è stata evidenziata alcuna differenza nei riflessi.	ALTRO
	Effect of dual tasking on anticipatory and compensatory postural adjustments in response to external perturbations in individuals with nonspecific chronic low back pain: Electromyographic analysis. Hemmati L, Piroozi S, Rojhani-Shirazi Z. J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(3):489-497. doi: 10.3233/BMR-170992. PMID: 29332033	Hemmati L, Piroozi S, Rojhani-Shirazi Z. - 2018	cross-sectional study	25 soggetti LBP e 25 soggetti sani	chronic non specific LBP	aggiustamenti posturali anticipatori e compensatori in reazione ad una perturbazione esterna durante un compito doppio.	è stata evidenziata un'attivazione ritardata del tibiale anteriore e un'attivazione precoce dei muscoli gastrocnemio durante il duplice compito in pazienti con CLBP non specifico rispetto ai partecipanti sani. L'attività elettromiografica integrata era significativamente maggiore nel doppio compito rispetto alla condizione del singolo compito nel muscolo gastrocnemio nei pazienti con CLBP non specifico rispetto alle persone sane durante perturbazioni imprevedibili.	durante un compito cognitivo le reazioni posturali dei soggetti CLBP presentavano un ritardo nell'attivazione del tibiale anteriore e una pre-attivazione del muscolo gastrocnemio rispetto ai soggetti sani.	AGGIUSTAMENTO POSTURALE IN REAZIONE AD UNA PERTURBAZIONE
	Failure to use movement in postural strategies leads to increased spinal displacement in low back pain. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Spine (Phila Pa 1976). 2007 Sep 1;32(19):E537-43. doi: 10.1097/BRS.0b013e31814541a2. PMID: 17762795	Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. - 2007	cross-sectional study	10 soggetti LBP e 10 soggetti sani	LBP ricorrente	movimenti preparatori e risultanti spostamenti della regione lombopelvica associati a una perturbazione interna	è stata evidenziata una ridotta frequenza di estensione preparatoria alla flessione nei soggetti LBP rispetto ai soggetti sani. È stato evidenziato un maggiore spostamento spinale in direzione della flessione nei soggetti CLBP rispetto ai soggetti sani.	un ridotto movimento preparatorio nei soggetti LBP determina un maggiore movimento spinale in reazione ad una perturbazione interna.	AGGIUSTAMENTO POSTURALE IN REAZIONE AD UNA PERTURBAZIONE

Categoria caratteristiche ed attività muscolare:

40 studi pubblicati tra il 1992 e il 2022, di cui 3 revisioni sistematiche, 4 studi caso controllo, 3 studi comparativi e 30 studi cross sectional hanno analizzato le caratteristiche o l'attività della muscolatura in soggetti LBP. Di questi, 30 articoli hanno incluso solo pazienti con LBP cronico, mentre i restanti 10 non hanno inserito limiti temporali al LBP.
I risultati di ciascuno studio sono riportati nel dettaglio all'interno della tabella 7.
Nei vari studi sono stati indagati diversi gruppi muscolari, in particolare 15 hanno trattato la muscolatura addominale(79,83,87,99–110), 12 hanno parlato di muscolatura dell'arto inferiore (103,111–121), altri 12 hanno considerato il multifido(50,79,83,101–103,110,122–126), 3 il muscolo ileocostale(50,83,125), 2 il muscolo lunghissimo(50,79), mentre 4 studi(104,120,127,128) hanno analizzato l'attività di altri muscoli non considerati da nessun altro studio (gran dorsale e muscolatura flessoria o estensoria del tronco considerata come un unico gruppo muscolare).
3 studi (83,124,129) parlando dell'attività muscolare hanno approfondito il flexion relaxation phenomenon.
Nel sottogruppo relativo agli addominali 4 studi(83,100,102,110) hanno considerato solo 1 tra i 4 muscoli che vanno a comporre la parete addominale, mentre i restanti ne hanno considerati più di uno. Sono stati, inoltre, utilizzati due differenti strategie valutative per analizzare l'attività della muscolatura addominale: 8 studi hanno utilizzato una analisi elettromiografica (79,83,87,101,103,105,108,110), mentre 6 studi hanno utilizzato una analisi per mezzo di una immagine ultrasonografica.(99,100,102,106,107,109).
La stessa differenza metodologica si è presentata anche negli studi che consideravano anche il muscolo multifido. Inoltre in quest'ultimo sottogruppo l'attività muscolare è stata valutata dai vari studi durante varie attività: 3 studi l'hanno indagata in diverse attività funzionali (50,79,83), 1 durante vari tipologie di esercizio(125), 1 durante la flessione di tronco(124), e altri 5 studi l'hanno analizzata in altrettante differenti condizioni.(102,110,122,123,126)
Nel sottogruppo relativo alla muscolatura dell'arto inferiore i studi si sono occupati di diversi argomenti: 3 si sono occupati dell'estensibilità degli hamstring (111,115,118), 2 dell'attività elettromiografica del grande gluteo e del semitendinoso durante l'estensione da prono(117,119), 2 della forza del medio gluteo (112,114), 1 dell'affaticabilità elettromiografica del grande gluteo e del bicipite femorale (103), 1 della forza degli hamstring (121), 1 di tutta la muscolatura dell'anca(116), 1 della muscolatura del ginocchio(120) e 1 della muscolatura dell'anca e del ginocchio(113).

Tabella 7: sottocategoria caratteristiche e attività muscolare

	TITOLO	AUTORE e ANNO	TIPO DI STUDIO	PARTECIPANTI (sani VS LBP)	TIPOLOGIA E DURATA LBP	OUTCOME	RISULTATI	CONCLUSIONI	MUSCOLI ANALIZZATI
	Hori M, Hasegawa H, Takasaki H. Comparisons of hamstring flexibility between individuals with and without low back pain: systematic review with meta-analysis. Physiother Theory Pract. 2021 May;37(5):559-582. doi:10.1080/09593985.2019.1639868. Epub 2019 Jul 18. PMID: 31317831.	Hori M, Hasegawa H, Takasaki H. - 2021	systematic review con metanalisi	17 studi sulla flessibilità e 2 studi sulla rigidità	LBP	flessibilità e rigidità degli hamstring	è stata evidenziata una ridotta flessibilità degli hamstring nei soggetti LBP rispetto ai sani usando l'SRL e una maggiore rigidità muscolare nello stesso gruppo a 50 ° di SLR.	Impossibile concludere se gli individui con LBP avessero una ridotta flessibilità e rigidità dei muscoli posteriori della coscia	hamstring
	Sadler S, Cassidy S, Peterson B, Spink M, Chuter V. Gluteus medius muscle function in people with and without low back pain: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Oct 22;20(1):463. doi: 10.1186/s12891-019-2833-4. PMID: 31638962; PMCID: PMC6805550.	Sadler S, Cassidy S, Peterson B, Spink M, Chuter V. - 2019	systematic review	24 studi	LBP	funzione del medio gluteo	La maggior parte degli studi ha dimostrato una riduzione statisticamente significativa della forza del muscolo gluteo medio in quelli con LBP rispetto a quelli senza LBP e un maggior numero di punti trigger nel gluteo medio rispetto a quelli senza LBP. I risultati relativi agli altri parametri del medio gluteo erano discordanti tra gli studi.	il muscolo gluteo medio nei partecipanti con LBP tende a dimostrare una forza ridotta e più punti trigger rispetto al muscolo gluteo medio di quelli senza LBP.	medio gluteo
	Almeida S, Eapen C, Krishnan S. Association of thoraco-lumbar fascia length in individuals with non-specific low back pain - an observational study. J Bodyw Mov Ther. 2020 Oct;24(4):581-587. doi: 10.1016/j.jbmt.2020.08.004. Epub 2020 Sep 3. PMID: 33218565.	Almeida S, Eapen C, Krishnan S. - 2020	cross sectional observational study	31 soggetti LBP e 31 soggetti sani	non specific LBP	lunghezza della fascia toraco-lombare e forza dei muscoli ad esso attaccati	è stata evidenziata una riduzione del ROM in flessione lombare nei soggetti LBP e una riduzione della lunghezza della fascia toraco lombare. non è stata evidenziata alcuna differenza di forza della muscolatura che si inserisce sulla fascia tra i due gruppi.	è presente una riduzione della lunghezza della fascia toraco-lombare nei soggetti con CLBP ma nessuna differenza di forza della muscolatura del trasverso, del gran dorsale e degli obliqui interno ed esterno tra sani e CLBP.	latissimus dorsi, internal oblique, external oblique's and transversus abdominis
	Fasuyi FO, Fabunmi AA, Adegoke BOA. Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. J Bodyw Mov Ther. 2017 Apr;21(2):246-250. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.06.002. Epub 2016 Jun 16. PMID: 28532865.	Fasuyi FO, Fabunmi AA, Adegoke BOA. - 2017	studio ex post facto	30 soggetti LBP e 30 soggetti sani	mechanical LBP	lunghezza degli hamstring e ampiezza del range di inclinazione pelvica durante la flessione anteriore di tronco	i soggetti senza LBP avevano degli hamstring significativamente più lunghi, ma il range di inclinazione pelvica non era significativamente diverso tra i due gruppi.	i soggetti con LBP hanno degli hamstring più corti rispetto ai sani, ma questo non influisce sul range di inclinazione pelvica durante la flessione anteriore di tronco.	hamstring
	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.0000000000018544. PMID: 32000363; PMCID: PMC7004720.	Alsufiany MB, Lohman EB, Daher NS, Gang GR, Shallan AI, Jaber HM. - 2020	cross-sectional study	24 soggetti LBP (12 attivi e 12 sedentari) e 24 soggetti sani (12 attivi e 12 sedentari)	non specific chronic LBP	forza della muscolatura dell'anca	non è stata evidenziata alcuna differenza statisticamente significativa nella forza tra soggetti LBP e sani. era presente una differenza statisticamente significativa nella forza della maggior parte dei muscoli dell'anca tra la popolazione attiva e quella inattiva.	non è presente una differenza di forza nella muscolatura dell'anca tra soggetti sani e soggetti LBP, ma è presente tra soggetti attivi e quelli inattivi.	muscolatura anca

	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 soggetti LBP e 22 soggetti sani	non specific chronic LBP	asimmetria del flexion relaxation phenomenon	nei soggetti LBP era presente una maggiore asimmetria nel flexion relaxation phenomenon che era correlata con l'asimmetria nel ROM laterale di tronco	I pazienti LBP presentano una maggiore asimmetria nel flexion relaxation phenomenon rispetto ai sani.	erettore spinale e multifido
	Arvanitidis M, Bikinis N, Petrakis S, Gkioka A, Tsimpolis D, Falla D, Martinez-Valdes E. Spatial distribution of lumbar erector spinae muscle activity in individuals with and without chronic low back pain during a dynamic isokinetic fatiguing task. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2021 Jan;81:105214. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2020.105214. Epub 2020 Nov 8. PMID: 33189454.	Arvanitidis M, Bikinis N, Petrakis S, Gkioka A, Tsimpolis D, Falla D, Martinez-Valdes E. - 2021	observational case-control study	12 soggetti LBP e 11 soggetti sani	non specific chronic LBP	distribuzione spaziale dell'attività muscolare durante una attività di flesso-estensione ciclica fino ad esaurimento	entrambi i gruppi hanno mostrato un simile numero di ripetizioni e un simile livello di attivazione muscolare. i soggetti LBP hanno mostrato un picco di momento torcente minore sia in flessione che in estensione. la distribuzione spaziale dell'attività muscolare era concentrata cranialmente nei LBP mentre più omogenea nei sani.	entrambi i gruppi hanno mostrato un simile numero di ripetizioni e un simile livello di attivazione muscolare. i soggetti LBP hanno mostrato un picco di momento torcente minore sia in flessione che in estensione. la distribuzione spaziale dell'attività muscolare era concentrata cranialmente nei LBP mentre più omogenea nei sani.	erettore spinale
	Ringheim I, Indahl A, Roeleveld K. Reduced muscle activity variability in lumbar extensor muscles during sustained sitting in individuals with chronic low back pain. PLoS One. 2019 Mar 14;14(3):e0213778. doi: 10.1371/journal.pone.0213778. PMID: 30870487; PMCID: PMC6417776.	Ringheim I, Indahl A, Roeleveld K. - 2019	cross-sectional study	18 soggetti LBP e 32 soggetti sani	non specific chronic LBP	variabilità dell'attivazione muscolare temporale e spaziale e l'attivazione alternata tra i lati destro e sinistro dei muscoli estensori lombari durante una seduta tranquilla e prolungata	i soggetti LBP avevano una maggiore oscillazione mediolaterale, una maggiore variabilità di postura, uno sforzo percepito e una percezione di dolore più alta rispetto ai soggetti sani durante la seduta. i pz LBP hanno mostrato una minore variabilità temporale di attivazione muscolare durante la seduta, ma una simile distribuzione spaziale. i pz LBP sono stati in grado di mantenere la posizione seduta per minor tempo rispetto ai sani.	i pazienti con LBP presentano una ridotta tolleranza al mantenimento della posizione seduta. dal punto di vista muscolare presentano una distribuzione spaziale simile e una ridotta variabilità temporale rispetto ai sani.	muscoli lombari
	Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, Ishida T, Samukawa M, Tohyama H. The onset of deep abdominal muscles activity during tasks with different trunk rotational torques in subjects with non-specific chronic low back pain. J Orthop Sci. 2019 Sep;24(5):770-775. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.028. Epub 2019 Jan 31. PMID: 30711377.	Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, Ishida T, Samukawa M, Tohyama H. - 2019	cross-sectional study	12 soggetti LBP e 13 soggetti sani	non specific chronic LBP	insorgenza dell'attività muscolare dell'addominale profonda durante attività rotazionale con differenti momenti torcenti rotazionali.	Nei movimenti che producevano un momento torcente a sinistra si sono verificati dei ritardi nell'attivazione della muscolatura trasverso e addominale obliquo interno di destra. Viceversa per i compiti a destra. Nessuna differenza nei gesti non producevano un momento rotazionale	l'inizio delle attività dell'obliquo interno e del trasverso di un lato nei soggetti con CLBP non specifico è stato ritardato durante i compiti con momenti rotazionali del tronco nella direzione opposta	obliquo interno e trasverso
	Seyed Hoseinpoor T, Kahrizi S, Mobini B, Naji M. A comparison of abdominal muscle thickness changes after a lifting task in subjects with and without chronic low-back pain. Hum Factors. 2015 Mar;57(2):208-17. doi: 10.1177/0018720814544213. Epub 2014 Aug 7. PMID: 25850152.	Seyed Hoseinpoor T, Kahrizi S, Mobini B, Naji M. - 2015	cross-sectional study	13 soggetti LBP e 15 soggetti sani	non specific chronic LBP	cambiamenti dello spessore muscolare dopo un gesto di sollevamento	entrambi i gruppi hanno mostrato un aumento dello spessore del trasverso è stato evidenziato un cambiamento nello spessore del trasverso maggiore del 10% nei soggetti LBP. è stato inoltre ossevato un cambiamento di spessore dell'obliquo interno maggiore nei soggetti LBP, tuttavia, questo cambiamento non è stato statisticamente significativo.	un compito di sollevamento determina un cambiamento nel controllo neuromuscolare della muscolatura addominale e questo cambiamento è maggiore nei soggetti con LBP.	trasverso obliquo interno ed obliquo esterno

Tabella 7: continua

	Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. Task-specificity of bilateral anticipatory activation of the deep abdominal muscles in healthy and chronic low back pain populations. Gait Posture. 2015 Feb;41(2):440-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.006. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25482033.	Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. - 2015	cross-sectional study	12 soggetti LBP e 13 soggetti sani	chronic LBP	attivazione della muscolatura lombopelvica in reazione a movimenti rapidi degli arti (flessione bilaterale di spalla e estensione d'anca da prono).	non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi se non per l'attivazione del semitendinoso durante la flessione bilaterale di spalla. l'attivazione anticipatoria si verificava in entrambi in gran parte di entrambi gruppi dopo la flessione di spalla e in maniera rara nella estensione da prono.	il controllo motorio alterato nei soggetti CLBP si manifesta in maniera diversa in base al compito posturale richiesto. l'attivazione anticipatoria della muscolatura del tronco è una strategia motoria specifica per specifiche attività	TrA/IO, external abdominal oblique (EO)
	Guimarães CQ, Sakamoto AC, Laurentino GE, Teixeira-Salmela LF. Electromyographic activity during active prone hip extension did not discriminate individuals with and without low back pain. Rev Bras Fisioter. 2010 Jul-Aug;14(4):351-7. doi: 10.1590/s1413-35552010005000017. Epub 2010 Aug 13. PMID: 20949236.	Guimarães CQ, Sakamoto AC, Laurentino GE, Teixeira-Salmela LF. - 2010	cross-sectional study	19 soggetti LBP e 27 soggetti sani	mechanical LBP	attività elettromiografica del grande gluteo, semitendinoso e erettore spinale durante l'estensione d'anca da prono	non è stata evidenziata alcuna differenza statisticamente significativa nelle latenze, nella quantità di attivazione e nella durata di attivazione di tutti i muscoli indagati tra i due gruppi.	non ci sono differenze nell'attività muscolare durante l'estensione d'anca da prono tra soggetti asintomatici e soggetti LBP.	grande gluteo, semitendinoso ed erettore spinale
	Hides JA, Belavý DL, Cassar L, Williams M, Wilson SJ, Richardson CA. Altered response of the anterolateral abdominal muscles to simulated weight- bearing in subjects with low back pain. Eur Spine J. 2009 Mar;18(3):410-8. doi: 10.1007/s00586-008-0827-2. Epub 2008 Nov 18. PMID: 19015895; PMCID: PMC2899422.	Hides JA, Belavý DL, Cassar L, Williams M, Wilson SJ, Richardson CA. - 2009	cross-sectional study	19 soggetti LBP e 20 soggetti sani	LBP	reclutamento dei muscoli addominali, misurato come cambiamento di spessore della muscolatura del trasverso e dell'obliquo interno all'ecografia durante una attività di carico simulata unilaterale.	è stato evidenziato una riduzione dell'accorciamento del muscolo trasverso nei soggetti LBP in varie fasi di carico. non si sono verificati cambiamenti di spessore del trasverso statisticamente significativi. in una fase di carico si è evidenziato un maggiore aumento di spessore dell'obliquo interno nei soggetti LBP.	I soggetti con LBP hanno mostrato un accorciamento significativamente inferiore del muscolo TrA e un aumento maggiore dello spessore del muscolo IO durante l'attività di carico simulato, ma non vi era alcuna differenza significativa tra i gruppi per i cambiamenti nello spessore del muscolo TrA.	trasverso ed obliquo interno
	Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. Arch Phys Med Rehabil. 2001 Feb;82(2):232-8. doi: 10.1053/apmr.2001.19786. PMID: 11239316.	Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. - 2001	experimental cross-sectional study	20 soggetti LBP e 20 soggetti sani	non specific LBP	estensibilità e la rigidità dei muscoli posteriori della coscia	Il gruppo di pazienti ha mostrato una restrizione significativa del range di movimento e dell'estensibilità dei muscoli posteriori della coscia rispetto al gruppo di controllo. Nessuna differenza significativa nella rigidità dei muscoli posteriori della coscia può essere valutata tra i due gruppi.	il ROM limitato e la ridotta estensibilità dei muscoli posteriori della coscia nei pazienti con LBP non specifico non sono causati da un aumento della rigidità muscolare dei muscoli posteriori della coscia, ma determinati dalla tolleranza all'allungamento dei pazienti.	muscoli posteriori coscia
	Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax TE. Flexion-relaxation phenomenon in the back muscles. A comparative study between healthy subjects and patients with chronic low back pain. Am J Phys Med Rehabil. 1995 Mar-Apr;74(2):139-44. PMID: 7710729.	Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax TE. - 1995	comparative cross-sectional study	25 soggetti sani e 20 soggetti LBP	chronic LBP	relazione tra angolo di flessione della schiena e attività muscolare dei muscoli della schiena durante il movimento di flessione	nessun paziente con CLBP ha mostrato il fenomeno FR. Una differenza significativa nelle attività muscolari dell'erettore spinale tra i gruppi è stata ottenuta al ritorno alla posizione eretta dalla massima flessione.l'intervallo di tempo tra il movimento del tronco e quello dell'anca era molto maggiore nei pazienti che nei soggetti sani.	la coordinazione neuromuscolare tra tronco e anca è anormale nei pazienti con CLBP	erettore spinale

Tabella 7: continua

	Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De CH. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. Eur Spine J. 2002 Feb;11(1):13-9. doi: 10.1007/s005860100314. PMID: 11931058; PMCID: PMC3610485.	Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De CH. - 2002	cross-sectional study	75 soggetti LBP e 77 soggetti sani	chronic (51) e subacute LBP (24)	modelli di reclutamento del multifido e del muscolo ileocostale durante diversi tipi di esercizio	negli esercizi di coordinazione c'era una differenza significativa nell'attività del multifido tra sani e pazienti con lombalgia cronica. nessuna differenza negli esercizi di stabilizzazione. negli esercizi di forza c'era una differenza significativa tra soggetti sani e soggetti con lombalgia cronica.	i soggetti con LBP hanno una minore capacità di contrarre volontariamente il multifido per avere una lordosi neutra, una uguale capacità di attivare la muscolatura negli esercizi a basso carico e una ridotta capacità di esprimere forza.	multifido e ileocostale
	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	cross-sectional study	17 soggetti LBP e 21 soggetti sani	chronic LBP	controllo posturale e attività muscolare durante e dopo la stazione eretta prolungata	i soggetti CLBP hanno mostrato una maggiore oscillazione posturale e una maggiore attivazione muscolare durante la stazione eretta prolungata. il cambiamento nello sforzo percepito e nel dolore percepito tra prima e dopo la stazione eretta prolungata era maggiore nei CLBP.	i soggetti con CLBP presentano una maggiore variabilità posturale durante la stazione eretta prolungata e un maggiore livello di attività muscolare che potrebbe indicare una ridotta capacità dei soggetti CLBP di disattivare volontariamente l'attivazione della muscolatura del tronco.	erector spinae (ES), gluteus medius (GM), rectus abdominis (RA) and external oblique (EO)
	Rasouli O, Shanbehzadeh S, Arab AM, ShahAli S, Sarafraz H. The Effect of Respiratory Phase on Abdominal Muscle Activity During Stable and Unstable Sitting Positions in Individuals With and Without Chronic Low Back Pain. J Manipulative Physiol Ther. 2020 Mar-Apr;43(3):225-233. doi: 10.1016/j.jmpt.2019.02.013. Epub 2020 Aug 1. PMID: 32747149.	Rasouli O, Shanbehzadeh S, Arab AM, ShahAli S, Sarafraz H. - 2020	cross-sectional study	18 soggetti LBP e 18 soggetti sani	non specific chronic LBP	attività dei muscoli addominali durante l'inspirazione e l'espirazione in diverse posizioni sedute attraverso una valutazione ecografica dello spessore muscolare	rispetto ai sani, il gruppo CLBP ha mostrato cambiamenti di spessore muscolare minori in tutti i muscoli addominali, ad eccezione dell'obliquo esterno, in entrambe le fasi di respirazione mentre era seduto su una gym ball con il sollevamento del piede sinistro. Il gruppo CLBP ha mostrato iperattività del muscolo retto dell'addome rispetto ai controlli sani mentre era seduto su una sedia in entrambe le fasi respiratorie.	al diminuire della stabilità della superficie di appoggio, gli individui con CLBP hanno avuto più difficoltà ad attivare tutti i muscoli addominali in modo simile rispetto ai controlli sani in entrambe le fasi respiratorie,	transverse abdominis, internal oblique, rectus abdominis, and external oblique muscles
	Li X, Lo WLA, Lu SW, Liu H, Lin KY, Lai JY, Li L, Wang CH. Trunk muscle activity during pressure feedback monitoring among individuals with and without chronic low Back pain. BMC Musculoskelet Disord. 2020 Aug 22;21(1):569. doi: 10.1186/s12891-020-03565-y. PMID: 32828131; PMCID: PMC7443296.	Li X, Lo WLA, Lu SW, Liu H, Lin KY, Lai JY, Li L, Wang CH. - 2020	cross-sectional study	22 soggetti LBP e 24 soggetti sani	chronic LBP	attività del muscolo trasverso addominale e del multifido a diverse pressioni target dell'unità di biofeedback della pressione.	la percentuale della massima contrazione volontaria era minore nei soggetti CLBP rispetto ai soggetti sani ad ogni pressione target. alla massima contrazione volontaria l'ampiezza del segnale EMG era minore nei soggetti LBP. l'entità della MVC era negativamente correlata con la percezione del dolore e la disabilità.	i soggetti CLBP usano una maggiore percentuale della MVC ad ogni pressione target e hanno una minore ampiezza EMG alla MVC.	trasverso e multifido
	Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. J Electromyogr Kinesiol. 2015 Aug;25(4):675-80. doi: 10.1016/j.jelekin.2015.04.013. Epub 2015 May 2. PMID: 25983204.	Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. - 2015	cross-sectional study	20 soggetti LBP e 20 soggetti sani	chronic LBP	tempo di inizio dell'attività dei muscoli estensori del tronco e dell'anca durante l'estensione d'anca da prono	L'insorgenza del multifido bilaterale e dell'erettore spinale controlaterale è stata significativamente ritardata nel gruppo CLBP rispetto al gruppo sano. I tempi di insorgenza del grande gluteo e dell'erettore spinale omolaterale non hanno mostrato differenze significative tra i gruppi.	gli individui con CLBP utilizzano un modello di reclutamento muscolare del tronco alterato e forse inadeguato durante l'estensione d'anca da prono.	erettore spinale medio, gluteo e semitendinoso

Tabella 7: continua

	Sweeney N, O'Sullivan C, Kelly G. Multifidus muscle size and percentage thickness changes among patients with unilateral chronic low back pain (CLBP) and healthy controls in prone and standing. Man Ther. 2014 Oct;19(5):433-9. doi: 10.1016/j.math.2014.04.009. Epub 2014 May 9. PMID: 24909431.	Sweeney N, O'Sullivan C, Kelly G. - 2014	single blinded cross-sectional observational study	10 soggetti LBP e 10 soggetti sani	non specific chronic LBP - unilateral	spessore del multifido lombare a riposo e durante l'attivazione	il CLBP durante la posizione eretta con il sollevamento dell'arto controlaterale ha dimostrato un aumento percentuale maggiore dello spessore a L5/S1 rispetto ai controlli. Non ci sono state differenze tra i gruppi a livello L4/L5 per questa posizione. Non ci sono state differenze tra i gruppi per lo spessore del LM o la variazione percentuale dello spessore in posizione prona o in piedi a riposo.	esiste una differenza nell'attivazione del multifido tra sani e CLBP durante alcuni gesti funzionali.	multifido
	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 soggetti LBP e 20 soggetti sani	chronic LBP	spessore muscolare nei muscoli addominali profondi e superficiali, durante la seduta su superfici stabili e instabili	è stato evidenziato un maggiore cambiamento di spessore nel retto addominale sia durante la seduta stabile che durante la seduta instabile nei soggetti CLBP. è stato evidenziato un minor cambiamento di spessore del trasverso durante la seduta instabile nei soggetti CLBP.	è presente uno squilibrio muscolare durante la seduta instabile nei soggetti CLBP.	TrA, IO, EO and RA
	Hemming R, Sheeran L, van Deursen R, Sparkes V. Investigating differences in trunk muscle activity in non-specific chronic low back pain subgroups and no- low back pain controls during functional tasks: a case-control study. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Oct 22;20(1):459. doi: 10.1186/s12891-019-2843-2. PMID: 31638957; PMCID: PMC6805581.	Hemming R, Sheeran L, van Deursen R, Sparkes V. - 2019	case-control study	50 soggetti LBP e 28 soggetti sani	non specific chronic low back pain	8 diversi gesti funzionali: allungarsi verso l'alto, salire un gradino, scendere un gradino, sollevare e riappoggiare una scatola, stand to sit, sit to stand e raccogliere un oggetto da terra	Non sono state osservate differenze significative tra i gruppi in tutti i muscoli durante lo step down, il piegamento per prendere una penna, il ritorno dopo aver preso in mano una penna o le attività funzionali da seduti a in piedi. Non sono state osservate differenze significative tra i gruppi nei muscoli lunghissimi durante qualsiasi compito funzionale. Sono invece state trovate alcune differenze nell'attività dell'multifido e dell'obliquo esterno durante lo stand to sit, il sollevamento della scatola la salita del gradino e l'allungamento verso l'alto	l'attività muscolare nei soggetti con NSCLBP sembra essere molto variabile durante le attività funzionali senza un chiaro schema di attività identificato.	transversus abdominis/internal oblique, external oblique, superficial lumbar multifidus and longissimus thoracis
	Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. Gait Posture. 2018 Mar;61:250-256. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.01.021. Epub 2018 Mar 20. PMID: 29413793.	Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N. - 2018	cross-sectional study	40 soggetti LBP e 40 soggetti sani	non specific chronic low back pain	5 attività funzionali: raccogliere un oggetto da terra, mettere un oggetto per terra, sit to stand, stand to sit, e salire una scala.	è stata evidenziata una maggiore attività muscolare nei soggetti con LBP in tutti i gesti funzionali (eccetto uno). Non è stata evidenziata una correlazione tra kinesiofobia e fattori cognitivi/psicologici.	i soggetti con LBP mostrano un aumento dell'attività muscolare rispetto ai sani indipendentemente dal tipo di gesto funzionale in esame.	multifido, lunghissimo e ileocostale

Tabella 7: continua

	Koppenhaver S, Gaffney E, Oates A, Eberle L, Young B, Hebert J, Proulx L, Shinohara M. Lumbar muscle stiffness is different in individuals with low back pain than asymptomatic controls and is associated with pain and disability, but not common physical examination findings. Musculoskelet Sci Pract. 2020 Feb;45:102078. doi: 10.1016/j.msksp.2019.102078. Epub 2019 Nov 1. PMID: 31704551.	Koppenhaver S, Gaffney E, Oates A, Eberle L, Young B, Hebert J, Proulx L, Shinohara M. - 2020	cross-sectional study	60 soggetti LBP e 60 soggetti sani	LBP	rigidità a riposo e durante la contrazione della muscolatura della colonna lombare	è stata evidenziata un aumento della rigidità a riposo del 20% nell'erettore spinale e del 10% del multifido nei soggetti LBP rispetto agli asintomatici. non è stata evidenziata alcuna differenza nella rigidità durante la contrazione tra i due gruppi. l'aumento della rigidità era correlato con cinque aspetti self-reported, ma con nessuno degli elementi evidenziabili dall'esame fisico.	la rigidità muscolare lombare a riposo è maggiore nei soggetti con LBP rispetto ai controlli asintomatici ed è associata a dolore e disabilità auto-riferiti, ma non a risultati dell'esame fisico.	multifido e erettore spinale
	Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, Kobayashi T, Ino T, Takeda N. Individuals with chronic low back pain do not modulate the level of transversus abdominis muscle contraction across different postures. Man Ther. 2014 Dec;19(6):534-40. doi: 10.1016/j.math.2014.05.010. Epub 2014 Jun 20. PMID: 25009124.	Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, Kobayashi T, Ino T, Takeda N. - 2014	cross-sectional study	27 soggetti LBP e 23 soggetti sani	non specific chronic low back pain	spessore del muscolo trasverso dell'addome in tre posture a riposo e durante la manovra di trazione addominale: supino con anche flesse a 45° e ginocchia a 90°; seduto su una piattaforma; stazione eretta con gambe alla larghezza delle anche.	nel gruppo di controllo a riposo lo spessore del trasverso variava tra le posture, nel gruppo LBP lo spessore del trasverso era differente tra le varie posture. durante la manovra di contrazione del trasverso lo spessore era significativamente maggiore nel gruppo LBP.	lo spessore del trasverso non varia tra diverse posture in soggetti con LBP, e durante la manovra di contrazione del trasverso lo spessore di tale muscolo è minore nei soggetti LBP.	trasverso
	Yahia A, Jribi S, Ghroubi S, Elleuch M, Baklouti S, Habib Elleuch M. Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain. Joint Bone Spine. 2011 May;78(3):291-7. doi: 10.1016/j.jbspin.2010.09.008. Epub 2010 Oct 23. PMID: 20971670.	Yahia A, Jribi S, Ghroubi S, Elleuch M, Baklouti S, Habib Elleuch M. - 2011	case-control study	30 soggetti LBP e 30 soggetti sani	chronic LBP	postura e forza muscolare del tronco e degli arti inferiori	le medie dei momenti torcenti dei flessori e degli estensori del tronco erano minori nei soggetti LBP. La differnza era più significativa per gli estensori. le medie dei flessori e degli estensori di ginocchio erano significativamente minori nel gruppo LBP. le medie dei parametri posturali erano più importanti nel gruppo LBP.	i soggetti con CLBP presentano un deficit posturale e una ridotta forza della muscolatura del tronco e degli arti inferiore, prevalentemente a carico degli estensori.	hamstring ed estensori di ginocchio, flessori ed estensori di tronco
	Linsiński P. Surface EMG in chronic low back pain. Eur Spine J. 2000 Dec;9(6):559-62. doi: 10.1007/s005860000131. PMID: 11189927; PMCID: PMC3611419.	Linsiński P. - 2000	cross-sectional study	62 soggetti LBP e 30 soggetti sani	chronic LBP	disfunzione dell'erettore spinale	ampiezza media e massima e intensità dell'erettore spinale a livello di T7 erano significativamente più basse nel gruppo CLBP. ampiezza media e massima e intensità del multifido erano significativamente più basse a livello di L4.	i soggetti con CLBP mostrano una disfunzione del muscolo erettore spinale.	erettore spinale
	Marshall PW, Mannion J, Murphy BA. The eccentric, concentric strength relationship of the hamstring muscles in chronic low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2010 Feb;20(1):39-45. doi: 10.1016/j.jelekin.2009.04.005. PMID: 19435669.	Marshall PW, Mannion J, Murphy BA. - 2010	cross-sectional study	15 soggetti LBP e 15 soggetti sani	non specific chronic low back pain	forza eccentrica e concentrica dei muscoli posteriori della coscia	il rapporto forza eccentrica/concentrica a 30 gradi/s era più alto per il gruppo LBP. la somma tra concentrica ed eccentrica era più alta nel gruppo LBP.	non c'è alcuna evidenza che supporta l'ipotesi che nei soggetti LBP la forza concentrica o eccentrica degli hamstring sia ridotta.	hamstring

Tabella 7: continua

	Sung PS, Lammers AR, Danial P. Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. Spine J. 2009 Feb;9(2):115-20. doi: 10.1016/j.spinee.2007.11.011. Epub 2008 Feb 14. PMID: 18280212.	Sung PS, Lammers AR, Danial P. - 2009	cross-sectional study	40 soggetti LBP e 40 soggetti sani	LBP	differenze di affaticabilità nelle parti toraciche e lombari dei muscoli erettori della colonna vertebrale	la frequenza EMG della parte toracica era significativamente inferiore rispetto alla frequenza EMG della parte lombare nei soggetti LBP. la frequenza della zona toracica era più alta nei soggetti sani, invece la frequenza nella parte lombare era più alta nei soggetti LBP.	i soggetti con LBP hanno dimostrato una maggiore affaticabilità dei muscoli erettori della colonna vertebrale nella parte toracica rispetto alla parte lombare.	erettore spinale
	Cooper NA, Scavo KM, Strickland KJ, Tipayamongkol N, Nicholson JD, Bewyer DC, Sluka KA. Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic low back pain compared to healthy controls. Eur Spine J. 2016 Apr;25(4):1258-65. doi: 10.1007/s00586-015-4027-6. Epub 2015 May 26. PMID: 26006705.	Cooper NA, Scavo KM, Strickland KJ, Tipayamongkol N, Nicholson JD, Bewyer DC, Sluka KA. - 2016	cross-sectional study	150 soggetti LBP e 75 soggetti sani	non- specific chronic LBP	debolezza dell'abduttore dell'anca	Il gluteo medio è più debole nelle persone con LBP rispetto ai controlli o al lato non affetto. Il segno di Trendelenburg è più diffuso nei soggetti con LBP rispetto ai controlli. C'è più dolorabilità alla palpazione sui glutei, sul grande trocantere e sui paraspinali nelle persone con lombalgia rispetto ai controlli.	la debolezza del gluteo medio e la dolorabilità del muscolo gluteo sono sintomi comuni nelle persone con LBP cronico non specifico.	Gluteus medius, TFL, and gluteus maximus
	Arvanitidis M, Jiménez-Grande D, Haouidji-Javaux N, Falla D, Martinez- Valdes E. People with chronic low back pain display spatial alterations in high- density surface EMG-torque oscillations. Sci Rep. 2022 Sep 7;12(1):15178. doi: 10.1038/s41598-022-19516-7. PMID: 36071134; PMCID: PMC9452584.	Arvanitidis M, Jiménez-Grande D, Haouidji-Javaux N, Falla D, Martinez- Valdes E. - 2022	case control, cross-sectional study	15 soggetti LBP e 15 soggetti sani	non- specific chronic LBP	oscillazioni spaziali nell'attività elettromiografica di superficie e la coppia di estensione del tronco durante due attività di estensione lombare isometrica submassimale	il momento torcente durante la massima contrazione e le contrazioni submassimali erano simili tra i due gruppi, ma i soggetti LBP presentavano una maggiore variabilità. l'attività elettromiografica non differiva tra i due gruppi. La forza muscolare massima non differiva tra i due gruppi. c'erano delle differenze nelle fluttuazioni dei momenti e dell'attività EMG a forze di estensione più elevate.	gli individui con CLBP non riescono ad aumentare le comuni fluttuazioni del momento torcente e dell'attività EMG, quando esercitano forze di estensione lombare più elevate.	erettore spinale
	van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976). 2003 Apr 15;28(8):834-41. PMID: 12698129.	van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. - 2003	comparative cross-sectional study	16 soggetti LBP e 16 soggetti sani	chronic LBP	reclutamento muscolare del tronco durante movimenti lenti del tronco in posizione seduta.	I rapporti tra antagonista e agonista e tra ampiezza elettromiografica dell'erettore spinale lombare e toracico nei contributi del momento stimato erano maggiori nei pazienti LBP rispetto ai soggetti di controllo.	i modelli di reclutamento muscolare del tronco nei pazienti con lombalgia sono diversi da quelli nei soggetti sani di controllo.	retto, obliquo esterno ed obliquo interno; multifido ed erettore spinale
	Shirado O, Kaneda K, Ito T. Trunk-muscle strength during concentric and eccentric contraction: a comparison between healthy subjects and patients with chronic low-back pain. J Spinal Disord. 1992 Jun;5(2):175-82. doi: 10.1097/00002517-199206000-00005. PMID: 1535005.	Shirado O, Kaneda K, Ito T. - 1992	cross-sectional study	25 soggetti LBP e 26 soggetti sani	chronic LBP	forza muscolare e contrazione eccentrica della muscolatura del tronco	Sebbene la forza fosse probabilmente più debole nei pazienti con CLBP rispetto ai soggetti sani, non vi erano differenze statistiche tra i due gruppi. In termini di rapporto flessori/estensori della coppia massima, non c'erano significatività statistica tra i due gruppi in nessuna delle due modalità di contrazione.	non ci sono differenze statisticamente significative tra la forza dei soggetti LBP e i sani e nel rapporto tra contrazione concentrica ed eccentrica tra i due gruppi.	trunk flexor and trunk extensor

Tabella 7: continua

	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	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	30 soggetti LBP e 25 soggetti sani	non specific chronic LBP	relazioni del controllo posturale durante i compiti di stazione eretta e la contrattilità dei muscoli del tronco	il cambiamento di spessore del muscolo trasverso tra il riposo e la massima contrazione era minore nei soggetti CLBP. l'oscillazione posturale del gruppo CLBP era maggiore nella maggior parte dei compiti. c'era una correlazione negativa tra oscillazione ad occhi aperti e cambiamento dello spessore del trasverso e una correlazione positiva tra cambiamento dello spessore del multifido destro e area di oscillazione.	l'alterato controllo posturale nei pazienti giovani-adulti con CNSLBP durante la posizione statica con gli occhi aperti è correlato alla scarsa contrattilità del TrA bilaterale e alla normale contrattilità del MF destro. Durante gli altri compiti di posizione nei pazienti e nei controlli sanitari, non è stata trovata alcuna correlazione significativa tra il controllo posturale e la contrattilità del muscolo del tronco.	trasverso e multifido
	Comparison of lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation response between 2 different low back pain subtypes. Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, Hwang SH, Choi BR, Hong JA, Jung DH. Spine (Phila Pa 1976). 2013 Jul 1;38(15):1260-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e318291b502. PMID: 23514875	Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, Hwang SH, Choi BR, Hong JA, Jung DH. - 2013	cross-sectional study	16 soggetti sani e 31 soggetti LBP	LBP senza irradiazione del dolore. 2 sottogruppi: lumbar rotation syndrome e extension rotation syndrome	flessione e ritorno dalla flessione	L'angolo di flessione della colonna lombare era maggiore nel sottogruppo flessione rispetto al gruppo di controllo e al sottogruppo estensione LBP, e l'angolo di flessione dell'anca era maggiore nel sottogruppo estensione LBP rispetto al gruppo di controllo e al sottogruppo flessione . il flexion relaxation phenomenon del muscolo erettore spinale è scomparsa nei sottogruppi LBP.	questi risultati mostrano che i ritmi lombopelvici e l'attività muscolare sono diversi tra soggetti sani e pazienti assegnati a 2 sottogruppi specifici di LBP.	erettore spinale
	Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. de Sousa CS, de Jesus FLA, Machado MB, Ferreira G, Ayres IGT, de Aquino LM, Fukuda TY, Gomes-Neto M. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2019 Mar 1;19(1):69-78. PMID: 30839305 Free PMC article.	de Sousa CS, de Jesus FLA, Machado MB, Ferreira G, Ayres IGT, de Aquino LM, Fukuda TY, Gomes-Neto M.	systematic review and meta-analysis	14 studi	non specific chronic LBP	forza muscolare degli arti inferiori	La metanalisi ha rivelato una minore forza muscolare degli abduttori/estensori dell'anca e degli estensori del ginocchio nei pazienti con lombalgia rispetto ai controlli sani.	I muscoli degli arti inferiori sono compromessi nei pazienti con lombalgia.	hip abductor, hip extensors, knee extensor, knee flexors
	Electromyographic and Kinematic Analysis of Trunk and Limb Muscles During a Holding Task in Individuals With Chronic Low Back Pain and Healthy Controls. Jubany J, Marina M, Angulo-Barroso R. PM R. 2017 Nov;9(11):1106-1116. doi: 10.1016/j.pmrj.2017.04.008. Epub 2017 Apr 29. PMID: 28461229	Jubany J, Marina M, Angulo-Barroso R. - 2017	cross-sectional study	24 soggetti LBP e 26 soggetti sani	chronic LBP	affaticamento e modelli di attivazione dei muscoli del tronco e degli arti durante il compito di mantenimento statico in posizione di semisquat.	i soggetti CLBP presentavano un tempo di fallimento significativamente minore rispetto ai sani. on sono state riscontrate differenze statisticamente significative nelle misurazioni basate sull'elettromiografia di affaticabilità muscolare, ad eccezione del muscolo obliquo interno. Le variabili cinematiche erano simili nei 2 gruppi.	nonostante la simile affaticabilità elettromiografica nei 2 gruppi, gli individui con CLBP sembrano essere più sensibili a determinati effetti dell'affaticamento muscolare della schiena. Differenze significative nelle misurazioni elettromiografiche nel muscolo obliquo interno suggeriscono che gli individui con CLBP attivano un modello di attivazione leggermente diverso per controllare la colonna vertebrale.	multifido; gluteo massimo, bicipite femorale; retto addominale, obliquo interno ed obliquo esterno

	Discriminating healthy controls and two clinical subgroups of nonspecific chronic low back pain patients using trunk muscle activation and lumbosacral kinematics of postures and movements: a statistical classification model. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. Spine (Phila Pa 1976). 2009 Jul 1;34(15):1610-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181aa6175. PMID: 19564772	Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. - 2009	cross-sectional study	33 soggetti LBP e 34 soggetti sani	non specific chronic low back pain	stazione eretta, flessione in avanti e ritorno, estensione, posizione seduta classica e slumped	i sottogruppi differivano per tutti i parametri. i soggetti active extension pattern avevano una maggiore attività muscolare e una posizione più lordotica dei flexion pattern al termine della flessione e questi ultimi una maggiore attività muscolare dei soggetti sani. i FP avevano una maggiore rotazione posteriore del bacino in questo movimento rispetto agli altri due gruppi. I soggetti active pattern hanno una colonna più estesa rispetto ai sani, i soggetti flexion pattern una colonna più flessa. in entrambi i gruppi c'era un'assenza di flexion relaxation phenomenon rispetto ai sani.	la classificazione dei soggetti in no LBP, active extension e flexion pattern è giustificata da delle chiare variabili biomeccaniche.	obliquo interno, multifido e ileocostale
	Wallwork TL, Stanton WR, Freke M, Hides JA. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. Man Ther. 2009 Oct;14(5):496-500. doi: 10.1016/j.math.2008.09.006. Epub 2008 Nov 21. PMID: 19027343.	Wallwork TL, Stanton WR, Freke M, Hides JA. - 2009	cross-sectional study	17 soggetti LBP e 17 soggetti sani	chronic non-specific LBP	cross-sectional area e capacità di contrarre volontariamente il multifido	è stata evidenziata una riduzione della cross-sectional area del multifido a livello di L5, e un aumento della csa a livello di L2. è stata evidenziata una riduzione della percentuale di spessore del multifido a livello di L5 durante la contrazione volontaria	il modello di atrofia muscolare multifido nei pazienti con CLBP è localizzato piuttosto che generalizzato. Nei soggetti CLBP è presente una ridotta capacità di contrarre volontariamente il muscolo atrofizzato.	multifido

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.

Movimenti del rachide lombare

Gli studi inseriti in questa categoria hanno analizzato tutti i movimenti del rachide lombare.
La direzione di movimento maggiormente analizzata è stata quella della flessione.
Alcuni articoli si sono occupati della cinematica di questo movimento mostrando che ci sono delle alterazioni cinematiche rispetto ai sani, tuttavia, la mancanza di un metodo valutativo standardizzato e la varietà dei parametri cinematici indagati nei vari studi non permette, al momento, di evidenziare con certezza un pattern di movimento tipico dei pazienti con LBP.
Bourigua (54), ad esempio, ha analizzato la flessione a due differenti velocità, quella preferita dal paziente e la massima velocità possibile, in un gruppo di sani e in un gruppo di pazienti LBP.
L'autore ha riscontrato nel gruppo sperimentale un minore ROM, una minore velocità angolare e una incapacità di questi pazienti di modificare il proprio comportamento motorio a seconda della velocità. Ippersiel (81) si è concentrato sul ritmo lombopelvico nella flessione, osservando che nei pazienti con LBP è presente una maggiore coordinazione fuori fase tra anca e rachide lombare.
Lariviere(58), infine, ha dimostrato che i soggetti LBP compensano un ridotto movimento di flessione lombare con un aumento della flessione toracica. Dankaerts (63), invece, ha aggiunto un elemento in più dividendo i pazienti LBP nei due gruppi definiti da O'Sullivan(130): Active Extension Pattern (AEP) e Flexion Pattern (FP). Egli ha individuato che gli AEP eseguono una flessione di tronco mantenendo una postura più lordotica e un rachide lombare più esteso rispetto ai sani, mentre i FP eseguono una flessione mantenendo una maggiore rotazione posteriore di ileo rispetto ai sani e un rachide lombare maggiormente flesso.
Altri studi si sono occupati maggiormente dell'attivazione muscolare durante la flessione di tronco (47,55,61,81) e tutti sono concordi nel definire che nei soggetti LBP è presente una maggiore attività della muscolatura estensoria del tronco e una riduzione del flexion relaxation phenomenon.
Inoltre, due recenti studi hanno approfondito il legame tra l'attività elettromiografica della muscolatura lombare e fattori psicosociali, portando a degli interessanti risultati. Lo studio di Hencoz (61) ha evidenziato che l'attività della muscolatura paraspinale durante la flessione è influenzata dall'aspettativa della percezione di dolore durante il movimento. Ippersiel, invece, nella sua meta-analisi del 2022 (55) ha dimostrato la presenza di un'associazione tra paura del movimento, riduzione del rom in flessione e un aumento dell'attività della muscolatura estensoria durante la flessione.
Un minor numero di studi ha analizzato invece gli altri movimenti del rachide lombare. Lo studio di Bourigua (54) ha evidenziato che in tutte le direzioni di movimento (flessione-estensione-lateroflessione-estensione) i soggetti con LBP presentano un ridotto ROM rispetto ai soggetti sani e

che il movimento più limitato è l'estensione (38%), seguito dalla flessione (34%), lateroflessione (27%) e rotazione (24%).
Sembra quindi esserci una maggiore difficoltà dei soggetti con LBP nell'eseguire movimenti sul piano sagittale che sul piano frontale e coronale. Una possibile spiegazione di questo risultato, come sostenuto da Marras e Wongsam (131), risiede nel tentativo dei soggetti con LBP di minimizzare il carico agente sul rachide lombare: dato che il braccio di leva del complesso testa-tronco-braccia aumenta con la flessione lombare, esso deve essere controbilanciato dalla muscolatura lombare che aumenta il carico a tale livello. I soggetti con LBP, di conseguenza, tendono a ridurre queste attività per prevenire carichi dolorosi.
Si può quindi concludere che i soggetti con LBP mettono in atto delle differenti strategie motorie rispetto ai soggetti sani nell'esecuzione di tutti i movimenti del rachide lombare e in maniera particolare di quelli sul piano sagittale. Il fatto che le strategie motorie si correlano a fattori personali del soggetto come paura del movimento e aspettative del paziente, e la presenza di una elevata eterogeneità di metodi valutativi e di aspetti analizzati dai vari studi presenti in letteratura, non consente al momento di trarre conclusioni certe e generalizzabili.

Sit to stand

Il gesto del sit to stand è stato analizzato in tutte le sue caratteristiche dagli studi inclusi in questa categoria.
Il tempo necessario per eseguire il task motorio è maggiore nei pz LBP rispetto ai sani, come stabilito da 3 diversi studi (46,132,133). Tuttavia, non è chiaro per quale motivo è presente questa differenza di tempo. Analizzando i risultati riportati da Claeys et al (134) si può attribuire tale differenza alle fasi di stance e di sit (fasi transizionali) in cui i soggetti con LBP accumulano un ritardo nel dare inizio al movimento, mettendo in atto un comportamento "freezing-like".
La cinematica del sit-to-stand, analizzata nella revisione di Sedrez (46), è diversa tra i soggetti con LBP e i sani: sembra emergere che i pazienti con LBP mostrino una ridotta mobilità del rachide lombare e dell'anca, una ridotta velocità di spostamento del bacino e della pelvi e una ridotta accelerazione del tronco. Tuttavia, la forza di queste evidenze è molto bassa e servirebbero altri studi per chiarificare l'argomento.
Altri 3 studi si sono occupati di analizzare l'attivazione muscolare durante tale gesto funzionale: Serafino et al (47) non ha trovato alcuna differenza nell'attivazione muscolare tra i due gruppi, Hemming et al (49) ha evidenziato una maggiore attivazione del muscolo trasverso e del muscolo multifido superficiale durante la fase discendente (stand to sit), mentre Lima(50) ha evidenziato una maggiore attività muscolare di tutta la muscolatura analizzata (lunghissimo, ileocostale e multifido) durante sia la fase ascendente che durante la fase discendente del sit to stand. I risultati degli studi con un focus sull'attività muscolare dei soggetti LBP durante il gesto funzionale sono quindi altamente contrastanti fra di loro.
Concludendo, si può affermare che, rispetto ai sani, i soggetti con LBP impiegano più tempo nell'eseguire il sit to stand e utilizzano dei comportamenti cinematici differenti ma che al momento non possono essere definiti per via della scarsa forza delle evidenze presenti in letteratura. Inoltre non è chiaro se sia presente anche una differenza significativa dal punto di vista dell'attivazione muscolare.

Sollevamento di un oggetto

Anche il task di sollevare un oggetto è stato attentamente da diversi studi, anche per via delle sue innumerevoli implicazioni lavorative: esso è un gesto correlato al lavoro ampiamente riconosciuto come fattore di rischio per il LBP occupazionale.(135)
Da un punto di vista cinematico e osteocinematico, tuttavia, solo tre studi, con metodologie valutative molto diverse tra loro, si sono occupati di questo gesto conducendo a risultati contrastanti. Larivière (58), precedentemente citato nell'ambito della flessione lombare, ha analizzato un completo gesto di sollevamento di un peso da 12 kg, evidenziato che sia i soggetti sani che i soggetti con CLBP modificano l'entità della propria flessione lombare e toracica ma che tali modifiche erano simili tra i due gruppi. Fujii et al. (64) in un recente studio ha mostrato che nel sollevamento di una scatola del peso di circa 1/3 del soggetto, i soggetti con CLBP hanno una ridotta velocità del movimento del tronco. Pranata et al. (68), invece, analizzando il gesto di sollevamento di una kettlebel di 8 kg, non ha trovato alcuna differenza nel ROM e nella velocità angolare di tutte le articolazioni. Gli studi di Fujii e di Pranata (64,68) tuttavia hanno portato alla luce una osservazione simile: Fujii (64)ha dimostrato che la presenza del movimento alterato del tronco evidenziato nel suo studio non era correlata alla presenza di dolore sensoriale ma alla paura generalizzata del movimento basata su precedenti esperienze dolorose; Pranata(68), invece, ha riscontrato che nei soggetti LBP con elevata disabilità si notava una alterata coordinazione lombare-anca durante il sollevamento e una minore variabilità di movimento di anca e ginocchio rispetto ai controlli sani, e che lo stesso non accadeva nel gruppo LBP con ridotta disabilità in cui non è stata evidenziata alcuna differenza significativa con il gruppo di controllo.
È quindi possibile concludere che, sebbene non si conosca tuttora la cinematica nel gesto di sollevamento dei soggetti con LBP, la presenza di alcune differenze dipenda in gran parte da fattori personali del soggetto come la paura del movimento e la disabilità percepita.
Dal punto di vista dell'attivazione muscolare, invece, diversi studi (50,66,67,79,85)concordano nello stabilire che i soggetti con LBP nel gesto di sollevamento, attivano maggiormente la muscolatura del tronco rispetto ai sani. Varrecchia et al.(85) ha evidenziato una maggiore attività dell'erettore spinale e del retto addominale, Lima et al.(50) del muscolo lunghissimo, dell'ileocostale e del multifido, Hemming (79) ha trovato una maggiore attività nel multifido e nell'obliquo esterno, ma solo nei soggetti LBP active extension pattern. I due studi di Marras del 2001 e del 2004 (66,67), invece, hanno messo un focus sulle forze agenti sul rachide lombare durante vari gesti di sollevamento. Entrambi gli studi hanno concluso che nei soggetti con LBP durante i gesti di sollevamento agiscono delle forze compressive e di taglio a carico del rachide maggiori rispetto ai soggetti sani e che tale aumento è determinato dall'aumento della coattivazione muscolare.
La concordanza di questi risultati sull'attività muscolare, seppur ottenuti da studi con metodologie differenti, permettono di concludere che probabilmente i soggetti con LBP durante il gesto di sollevamento utilizzano una maggiore coattivazione muscolare adottando in questo modo una strategia più rigida e più faticosa.

Salire un gradino

Poco si conosce, invece, rispetto alle strategie motorie utilizzate dai soggetti con LBP nel compito di salire un gradino: solamente tre studi si sono occupati di questo gesto funzionale.
Lo studio di Mitchell del 2017 (69) ha analizzato la cinematica di tale movimento rivelando che i soggetti del gruppo LBP eseguono un ridotto movimento sul piano sagittale, in particolare in direzione della flessione, e dei maggiori movimenti out-of-plane (movimenti sul piano coronale e frontale) degli arti inferiori rispetto ai soggetti di controllo. Lo stesso Mitchell (69) ipotizza che i movimenti aberranti degli arti inferiori siano determinati da un meccanismo di interdipendenza regionale: i soggetti con LBP danno luogo a questi movimenti fuori piano per compensare la ridotta mobilità a livello lombare. Tuttavia, l'autore non porta alcuna prova a sostegno di questa ipotesi.
Gli studi di Hemming e Lima (50,79) si sono occupati invece di analizzare l'attività della muscolatura del tronco durante lo step-up. Lima ha evidenziato rispetto ai sani un aumento dell'attività elettromiografica di tutta la muscolatura analizzata durante il gesto (lunghissimo, ileocostale e multifido), mentre Hemming solamente del multifido superficiale e solamente nel gruppo di pazienti LBP aventi un active extension pattern. Nessuna differenza significativa tra gruppo di controllo e gruppo LBP avente un flexion pattern, invece, è stata rilevata, dallo stesso autore, in nessun muscolo, durante tale gesto.
Basandosi sui risultati presenti in letteratura, in questo momento, non è possibile trarre alcuna conclusione certe rispetto alle strategie motorie utilizzate dai pazienti con LBP durante il gesto funzionale di salire un gradino.

Attività quotidiane

3 interessanti studi(75–77) si sono posti un obiettivo differente rispetto a tutti gli altri articoli fino ad ora trattati: non più valutare un singolo gesto funzionale ma analizzare come e quanto si muovono i soggetti con LBP durante la loro vita quotidiana.
In particolare, Ryan et al(77) ha valutato con un particolare accelerometro per 1 settimana un gruppo di pazienti sani e un gruppo di pazienti con LBP considerando il tempo passato in piedi, il tempo passato camminando e il numero di passi eseguiti durante la giornata. I risultati hanno mostrato che i soggetti con LBP in media passano 0.7 ore al giorno in meno camminando, percorrendo quindi anche 3480 passi in meno.
Van Weering (76), invece, utilizzando un accelerometro tridimensionale ha considerato tutti i movimenti eseguiti dai soggetti LBP in tutta la giornata e differenziando i vari momenti della giornata. Questa analisi ha portato alla conclusione che il livello di attività fisica dei soggetti con LBP non è significativamente diversa dai soggetti sani, tuttavia, i due gruppi distribuiscono le attività in maniera diversa durante la giornata: il gruppo di pazienti con LBP esegue più attività rispetto ai sani alla mattina e meno attività rispetto ai sani alla sera. La spiegazione che l'autore da a questo comportamento risiede nel cambiamento dell'intensità del dolore durante la giornata. Come riportato da molti studi (136–138), infatti, la maggior parte dei pazienti con LBP sperimenta un incremento del dolore nell'arco della giornata e questo potrebbe condurre ad una diminuzione delle attività. Non ci sono tuttavia sufficienti prove a sostegno di questa ipotesi.
Gizzi (75), infine, ha infine analizzato la complessità dei movimenti eseguiti dai soggetti LBP rispetto ai soggetti di controllo durante una giornata di vita quotidiana. Questa indagine ha mostrato

che i soggetti con LBP non mostrano differenze significative nella complessità dei movimenti quando si considera l'intera giornata, mentre tali differenze diventano statisticamente significative se si considerano i 60 minuti di maggiore attività durante la giornata. In questo intervallo di tempo i soggetti con LBP mostravano una riduzione del movimento in 8 delle 12 direzioni di movimento considerate.
Si può affermare che i risultati derivanti dalla letteratura al momento non consentono di trarre conclusioni definitive in questo ambito. Futuri studi in questa direzione consentirebbero di chiarificare questo argomento che avrebbe importanti implicazioni cliniche, considerando che uno dei maggiori obiettivi riabilitativi nei pazienti con CLBP è quello di normalizzare le attività della vita quotidiana.

Aggiustamenti posturali in reazione ad una perturbazione

Gli studi inclusi in questa categoria sono andati ad analizzare l'attività di vari gruppi muscolari in reazione ad una perturbazione interna od esterna. La maggior parte degli studi ha analizzato l'attività degli addominali in questa situazione. Infatti, dopo lo storico studio di Hodges et al. del 1996 (34), il quale ha evidenziato un ritardo nell'attivazione della muscolatura addominale (in particolare del trasverso) in reazione ad una perturbazione (nello specifico un movimento dell'arto superiore), determinando un'inefficiente stabilizzazione del rachide lombare, un filone di studi ha provato ad approfondire questo argomento. Mok et al.(90) nel 2007, analizzando i movimenti preparatori e risultanti ad una flessione bilaterale di spalla, da un ulteriore conferma dell'ipotesi che nei soggetti LBP ci sia una inefficiente stabilizzazione lombare: nei sani prima di eseguire una flessione di spalla, il soggetto mette in atto un movimento preparatorio in estensione di tronco che determina un piccolo spostamento risultante in direzione della flessione; nei LBP invece il movimento preparatorio avviene con meno frequenza e lo spostamento risultante risulta quindi maggiore. Jacobs nel 2017 (86) evidenzia inoltre che il ritardo di questi aggiustamenti posturali anticipatori è maggiore se la perturbazione avviene su comando esterno piuttosto che in una condizione autoiniziata e che questi sono influenzati da fattori come la disabilità percepita e fear avoidance beliefs. Massè-Alarie nel 2015 (87), invece, mette in luce risultati differenti: l'attivazione anticipatoria della muscolatura addominale in reazione ad una flessione degli arti superiori avviene sia nei sani che nei LBP in circa il 50% dei casi, mentre tale attivazione è completamente assente quando la perturbazione consiste in un estensione d'anca da prono. L'unico ritardo evidenziato nei soggetti LBP è stata l'attivazione del semitendinoso durante la flessione di spalla. Ciò suggerisce che la pre-attivazione degli addominali è una valida strategia di controllo motorio per gestire alcuni movimenti, tuttavia, non è l'unica possibile.
Si può quindi concludere che nei soggetti LBP esiste una alterazione del controllo motorio e degli aggiustamenti posturali, ad ogni modo, non si può sapere quali siano le caratteristiche di tali alterazioni in quanto esse dipendono dal movimento in esame, (87) ma anche da caratteristiche individuali del paziente.(86) Per queste motivazioni l'obiettivo del trattamento non deve essere quello di ripristinare uno specifico comportamento motorio ma quello di stimolare con l'allenamento l'abilità individuale di controllare il movimento del rachide.(87)

Comportamento posturale in condizioni di instabilità

Gli studi inclusi in questa categoria hanno analizzato le differenze nei comportamenti posturali tra i soggetti sani e i soggetti LBP in varie condizioni di instabilità. Caffaro et al. (94) ha evidenziato che i soggetti con LBP cronico mostrano un deficit di controllo posturale nella stazione eretta più manifesto in condizione di deprivazione visiva e su superficie instabile. Essi, infatti, mostravano una maggiore oscillazione posturale soprattutto sul piano sagittale e ad una maggiore velocità rispetto ai controlli. Brumagne (93), inoltre, ha evidenziato che i soggetti LBP in una condizione di deprivazione visiva stazionavano con un inclinazione anteriore maggiore rispetto ai sani. Per escludere il più possibile l'influenza degli arti inferiori, Van Daele (92), ha analizzato il comportamento posturale in una condizione di seduta instabile: anche in questo caso i soggetti LBP hanno mostrato una maggiore oscillazione posturale.
Tutti gli studi(92–94) concordano quindi nell'affermare che i soggetti LBP hanno un deficit di controllo posturale, il quale viene esaltato dalle condizioni di deprivazione visiva o di superficie instabile, e i risultati di Van Daele (92) (ottenuti in posizione seduta) suggeriscono che questo deficit sia determinato proprio dal rachide. È stato infatti dimostrato, da Brumagne e Newcomer (139,140), che i soggetti LBP hanno una ridotta propriocezione lombosacrale e che questo fatto determina uno spostamento della propriocezione dal tronco alle caviglie durante la stazione eretta. Questo sostiene i risultati ottenuti da Johanson nel suo studio (91): è stato evidenziato che sia i sani che i pz con LBP sia su superficie stabile che su superficie instabile erano maggiormente dipendenti dalla caviglia, tuttavia nella condizione di instabilità, in cui la propriocezione di caviglia è ridotta(141), i sani sapevano modificare il proprio controllo posturale dando maggiore importanza alla propriocezione del rachide. Tale shift propriocettivo non si verificava, invece, nei soggetti LBP, i quali dipendevano anche in situazioni di instabilità maggiormente dalla caviglia. Questo stesso comportamento si verificava nei sani nel momento in cui la loro muscolatura del rachide lombare veniva affaticata per mezzo di un Biering-Sorensen test. La fatica muscolare, quindi, determina una riduzione della propriocezione lombosacrale, impedendo lo shift propriocettivo che consente una riduzione dell'oscillazione posturale. Allenare il rachide con l'obiettivo di ridurre l'affaticabilità muscolare potrebbe quindi essere una strategia anche per migliorare il controllo posturale nei soggetti LBP.(91)

Muscolatura dell'arto inferiore

Secondo il celebre modello della stabilità spinale di Panjabi (142) la stabilità spinale è garantita da tre sottosistemi: il sottosistema attivo, quello passivo e quello neurale. Il sottosistema attivo è composto dalla muscolatura lombo-pelvica, la quale riveste un ruolo fondamentale nel mantenimento della stabilità spinale. Partendo da questo concetto è facile intuire che debolezza, accorciamento e rigidità della muscolatura lombo-pelvica può contribuire alla disfunzione che si manifesta con il LBP.(142,143) Basandosi su questi presupposti, diversi degli studi inclusi in questa revisione hanno analizzato anche le caratteristiche di forza, lunghezza e rigidità della muscolatura nei soggetti con LBP.

All'interno del modello appena descritto anche la muscolatura dell'arto inferiore svolge un ruolo fondamentale nella stabilità della colonna lombare, in particolare quella dell'anca che si inserisce a

livello della pelvi. Questo ruolo è stato confermato anche dalla presenza di più studi che confermano come l'inefficienza della muscolatura sia un fattore associato al LBP.(144–146)
La revisione sistematica di de Sousa (113), ad esempio, si è posta proprio l'obiettivo di valutare la forza di tutta la muscolatura dell'arto inferiore e ha evidenziato che la forza degli abduttori ed estensori di anca era in media minore nei soggetti LBP rispetto ai sani.
La revisione sistematica di Sadler (114), invece, si è focalizzata in maniera specifica sul medio gluteo, muscolo che riveste un ruolo chiave nel trasferimento dei carichi tra tronco e arti inferiori. Sadler ha evidenziato nei pazienti con LBP una ridotta forza di questo muscolo.
Diversamente, lo studio di Alsufiany (116), confrontando due sottogruppi di soggetti attivi e inattivi con e senza LBP, ha constatato che non era presente una differenza della forza della muscolatura dell'anca tra soggetti con e senza LBP. Tale differenza è stata riscontata invece tra soggetti attivi e inattivi: minore era l'attività fisica minore era la forza. Questo studio fornisce, quindi, un interessante spunto riguardo all'importanza dell'attività fisica nei soggetti con LBP.
Per quel che riguarda la muscolatura del ginocchio la revisione di de Sousa (113) ha concluso che i soggetti con LBP presentano una ridotta forza degli estensori rispetto ai controlli, mentre una simile forza dei flessori di ginocchio.
Lo studio di Yahia (120) che ha indagato la capacità della stessa muscolatura di generare momento a differenti velocità angolari ha evidenziato che i soggetti con LBP sono in grado di esprimere un ridotto momento torcente.
Per quel che riguarda la forza è quindi possibile concludere che ci sono prove di qualità moderata che i pazienti con LBP hanno una forza degli abduttori e degli estensori di anca minore rispetto ai controlli sani. Il deficit di forza della muscolatura del ginocchio è invece meno conclusivo: ci sono deboli evidenze che gli estensori siano più deboli nei soggetti con LBP rispetto ai sani, mentre la forza dei flessori è equiparabile tra le due popolazioni.
Oltre alla forza anche le caratteristiche di lunghezza e rigidità della muscolatura lombopelvica sono state identificate da Panjabi(142) come possibili fattori contribuenti al LBP. Nel distretto dell'arto inferiore la muscolatura più indagata sotto questo punto di vista è stata quella degli hamstring ma, come concluso dalla recente revisione di Hori (111) basandosi sulla presente letteratura non è possibile capire se la lunghezza e la rigidità degli hamstring è differente tra soggetti sani e pazienti con LBP.
Nell'ambito della stabilità spinale, molta importanza è stata data anche al timing di attivazione della muscolatura. Infatti, autori come Hodges e Panjabi sostengono che un ritardo nell'attivazione della muscolatura lombo-pelvica determina una riduzione della stabilità spinale all'inizio di un movimento rendendo il rachide incapace di controllare ottimamente le forze che su di esso agiscono e predisponendo quindi la struttura ad un maggiore rischio di infortunio.(34,142) Gli studi di Guimaraes del 2010(117) e Suehiro del 2015 (119) hanno meglio analizzato questo parametro, considerando anche alcuni muscoli dell'arto inferiore. Entrambi gli studi sono concordi nel definire che la muscolatura dell'arto inferiore analizzata (grande gluteo e semitendinoso) non si attivano in ritardo rispetto ai sani.

Multifido

Molta variabilità di risultati è presente negli studi riguardanti il muscolo multifido, nonostante sia stato oggetto di numerose ricerche.(147)

Lo studio di Wallwork del 2009 (123) ha analizzato il muscolo multifido nella popolazione sana e in quella con LBP per mezzo di una tecnica di ultrasound imaging, riscontrando nei soggetti con LBP una ridotta cross-sectional area di tale muscolo a livello di L5 e una ridotta capacità di eseguire una contrazione volontaria.
Di diversa opinione è Wang che nel suo articolo del 2022(102), utilizzando la stessa strategia valutativa, non ha riscontrato alcuna differenza tra soggetti sani e soggetti con LBP nello spessore di tale muscolo sia a riposo che durante la massima contrazione volontaria.
Una spiegazione per questa differenza di risultati potrebbe risiedere nelle diverse posizioni in cui l'attivazione del multifido è stata valutata: se nello studio di Wallwork i partecipanti erano in posizione prona con un cuscino sotto la pancia, mentre nello studio di Wang i partecipanti erano in stazione eretta, per cui la muscolatura del multifido era attiva in funzione antigravitaria.
Dankaerts (63) è andato oltre constatando che non solo è presente una differenza di attivazione del multifido tra sani e LBP ma anche tra le categorie Flexion Pattern (FP) e Active Extension Pattern (AEP) di O'Sullivan.(41). L'autore ha valutato l'attivazione elettromiografica di diversi muscoli, tra cui il multifido a livello di L5 durante la flessione anteriore di tronco, evidenziando una maggiore attività del multifido negli AEP rispetto ai FP, e una maggiore attività nei FP rispetto ai sani. In entrambe i sottogruppi di LBP è stata inoltre riscontrata una assenza del flexion relaxation phenomenon.
Molti altri studi hanno confrontato il comportamento del multifido nei sani e nei pazienti LBP durante i gesti funzionali: la maggior parte di essi (49,50,63,126) sembra concorde nel constatare che l'attivazione del multifido nei soggetti LBP sia maggiore in molti gesti funzionali rispetto ai soggetti sani. Non è chiaro però quali siano i gesti funzionali che determinano questa maggiore attivazione: Dankaerts (63) ha riscontrato le differenze nella flessione anteriore di tronco, Lima (50)l'ha trovata in cinque differenti attività (alzare un oggetto da terra, appoggiarlo a terra, alzarsi, sedersi e salire le scale), Hemming (49) l'ha identificata in tre gesti funzionali (alzare le braccia verso l'alto, salire un gradino e appoggiare una scatola a terra), mentre non ha trovato alcuna differenza nella flessione di tronco, nel sit to stand e nel sollevare un oggetto.
A sostegno di questi risultati troviamo anche il recente studio di Lì (110)che al fine di valutare la differenza di attivazione tra soggetti con LBP e soggetti sani ha utilizzato il Pressure Biofeedback Unit (PBU), uno strumento a basso costo con ampi utilizzi in ambito riabilitativo sia a scopi valutativi che di trattamento.(148,149) Chiedendo ai partecipanti di mantenere attraverso il device determinate soglie di pressione, Lì ha potuto osservare che i soggetti con LBP avevano una minore ampiezza elettromiografica alla massima contrazione volontaria rispetto ai sani, che usavano una maggiore percentuale della massima contrazione volontaria al mantenimento di ogni pressione rispetto ai sani e che era presente una correlazione negativa tra massima contrazione volontaria e valori alla NRS e alla ODI. Sempre da un punto di vista riabilitativo, utili sono i risultati ottenuti da Danneels,(125) il quale ha evidenziato che negli esercizi a basso carico (esercizi di stabilizzazione) non si trovano differenze nell'attività muscolare del multifido tra sani e LBP, mentre negli esercizi ad alto carico (esercizi di forza) si evidenzia un ridotto tracciato elettromiografico nei soggetti con LBP. Questi ultimi risultati oltre a confermare la ridotta abilità dei soggetti affetti da questo disturbo di contrarre volontariamente la muscolatura e di eseguire una contrazione massimale, forniscono prove sull'utilità di utilizzare un programma di rinforzo muscolare della muscolatura paravertebrale nel trattamento riabilitativo del LBP.(125)
Si può quindi concludere che è probabile che il multifido sia atrofico nei pazienti con LBP, che per tali soggetti sia più complesso attivarlo volontariamente e che durante molte attività funzionali

attivino maggiormente tale muscolatura, mettendo in atto un comportamento protettivo e al tempo stesso maladattativo.(150) La varietà di risultati presente in letteratura non permette tuttavia al momento di trarre conclusioni definitive.

Flexion relaxation phenomenon

Parlando di muscolatura estensoria lombare, un particolare argomento è quello del flexion relaxation phenomenon. Il flexion relaxation phenomenon (FRP) è quel fenomeno per cui i soggetti sani alla massima flessione di tronco mettono in atto una riduzione dell'attività della muscolatura paraspinale. Si ritiene che questo fenomeno sia alterato nella popolazione con LBP ed è considerato un biomarcatore promettente. (151) Quattro degli studi inclusi in questa revisione hanno considerato in modo particolare tale fenomeno. Tutti questi studi(63,124,129,152), in accordo con la recente revisione sistematica di Gouteron(151), hanno evidenziato che nei soggetti con LBP è assente il silenzio elettromiografico presente nei soggetti sani agli ultimi gradi della flessione. Due di questi studi hanno considerato inoltre due differenti sottogruppi di pazienti con LBP (Active Extension Pattern e Flexion Pattern), e in entrambi i sottogruppi è presente la stessa alterazione seppur con delle spiegazioni differenti. Si pensa infatti che il FRP sia determinato da un meccanismo riflesso. In condizioni di normalità quando il soggetto va in flessione l'allungamento dei legamenti interspinoso e sovraspinoso determina attraverso il riflesso di allungamento la contrazione della muscolatura paraspinale. Quando tali legamenti sono adeguatamente stirati, ovvero in massima flessione, interviene un'inibizione del riflesso di allungamento e la muscolatura lombare si rilassa dando origine al fenomeno. Nei soggetti LBP FP o AEP ciò non accade in quanto l'alterata cinematica che caratterizza la loro flessione non consente lo svolgimento del processo prima descritto e l'inibizione del riflesso non riesce ad intervenire.(153)
È quindi possibile concludere che è nei soggetti con LBP è presente un alterato FRP e che l'attività elettromiografica della muscolatura paraspinale al termine della flessione è differente nei soggetti con LBP. Ulteriori studi potrebbero chiarificare l'entità di questo fenomeno e la sua dipendenza da fattori psicosociali quali paura del movimento o catastrofizzazione.

Addominali

Una estrema variabilità di risultati è presente nell'ambito della muscolatura addominale: strategie valutative differenti e outcome diversi rendono il panorama relativo a questo argomento molto confuso.
Come precedentemente discusso nel paragrafo relativo agli aggiustamenti posturali, diversi studi (87,105) hanno analizzato l'attivazione anticipatoria di questa muscolatura, conducendo a risultati poco conclusivi.
La maggior parte degli studi inclusi in questa categoria, tuttavia, si è occupata di valutare l'attivazione della muscolatura addominale durante varie posture o gesti funzionali. I vari studi non hanno utilizzato un metodo valutativo omogeneo: alcuni studi hanno valutato solo il trasverso, altri tutta la muscolatura addominale; alcuni studi hanno valutato l'attivazione muscolare attraverso EMG, altri valutando lo spessore muscolare per mezzo di un imaging ultrasonografico. Questa variabilità ha determinato dei risultati molto diversi tra di loro. Studi come quello di Wang (102) e quello di Rasouli(109) hanno trovato che durante compiti di equilibrio e durante la respirazione su

una seduta instabile la muscolatura addominale analizzata era meno attivata nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani. Altri studi come quelli di Seyed (106), Ringheim (108) ed Hemming (49) hanno riscontrato che durante un lifting task, il mantenimento di una stazione eretta prolungata e durante una attività di sollevamento la muscolatura addominale del gruppo LBP era maggiormente attivata rispetto a quella del gruppo di controllo. Infine altri studi ancora come quelli di Hides (107) e Arab(99) durante un attività di carico simulato e durante una seduta instabile hanno dato risultati intermedi identificando alcuni muscoli come più attivi altri come meno attivi.
Ciò che sembra emergere analizzando tutti i risultati, e in particolare quelli di Hides, Arab e Rasouli (99,107,109) che hanno analizzato tutta la muscolatura addominale, è una tendenza nei soggetti con LBP ad ipoattivare la muscolatura addominale più profonda (trasverso e obliquo interno) e ad iperattivare la muscolatura più superficiale (retto e obliquo esterno). Tuttavia, la forza di queste evidenze è molto bassa e servirebbero ulteriori studi per confermarle.
Alla luce di questi risultati, la conclusione più probabile è che il controllo motorio della muscolatura addominale sia differente tra i sani e i soggetti con LBP, che tale alterazione non sia uguale in tutti i pazienti affetti da LBP ma che dipenda dal movimento esaminato ma anche dalle caratteristiche bio-psico-sociali del paziente. Futuri studi sono necessari per fare chiarezza su questo argomento molto discusso

CONCLUSIONE

La presente revisione si poneva l'ambizioso obiettivo di rilevare le differenze tra le strategie motorie utilizzate dai pazienti con LBP e i soggetti sani nell'esecuzione di vari gesti funzionali.
La letteratura in questo ambito è tanto ampia quanto eterogenea. È stata identificata una estrema variabilità di outcome: gli argomenti analizzati dagli studi inclusi in questa revisione sono molteplici e, anche all' interno di articoli riguardanti uno stesso gesto funzionale, è stato difficile identificare autori che analizzassero il medesimo parametro osteocinematico o muscolare.
I risultati erano quindi soventemente riferiti ad aspetti differenti di uno stesso argomento: ciò ha reso molto complessa la comparazione dei risultati.
Inoltre, sia in termini osteocinematici, che in termini muscolari non esiste un gold standard che definisca dei criteri di valutazione, per cui differenti autori hanno adoperato differenti strategie valutative. L'esito è stato quello di una ulteriore eterogeneità di risultati anche all'interno di uno stesso outcome.
La letteratura disponibile al momento offre quindi un panorama molto vasto e al tempo stesso molto confuso, da cui risulta difficile estrapolare delle conclusioni certe.
Ciò che sembra emergere con maggiore forza è il fatto che i soggetti con LBP, nella maggior parte dei gesti funzionali, utilizzano delle differenti strategie motorie sia da un punto di vista articolare che da un punto di vista muscolare. Tuttavia, non sembra possibile definire un pattern di comportamento motorio comune a tutti i pazienti, in quanto questo spesso dipende dal gesto in esame e soprattutto dalle caratteristiche bio-psico-sociali del soggetto analizzato.
La ricerca futura dovrebbe quindi sforzarsi nel rendersi più omogenea nel tentativo di offrire risultati più forti che chiariscano questo argomento. Utile potrebbe essere, anche, analizzare con maggiore attenzione quali possono essere le caratteristiche personali dei pazienti LBP in grado di determinare una variabilità di comportamento motorio all'interno della stessa popolazione 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. Vol. 49, Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2019.
2. Dionne CE, Dunn KM, Croft PR, Nachemson AL, Buchbinder R, Walker BF, et al. A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. Spine (Phila Pa 1976). 2008;33(1).
3. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. Vol. 391, The Lancet. 2018.
4. Walsh NE, Brooks P, Hazes JM, Walsh RM, Dreinhöfer K, Woolf AD, et al. Standards of Care for Acute and Chronic Musculoskeletal Pain: The Bone and Joint Decade (2000-2010). Vol. 89, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2008.
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. Vol. 62, Occupational and Environmental Medicine. 2005.
6. Kent PM, Keating JL. The epidemiology of low back pain in primary care. Vol. 13, Chiropractic and Osteopathy. 2005.
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).
8. Erratum: First reported cases of anti-NMDA receptor encephalitis in Vietnamese adolescents and adults: 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 (The Lancet (2017) 373 (250–253) (The Lancet (2016) 388(10053) (1545–1602)) (S0140673616316786) (10.1016/S0140-6736(16)31678-6)). Vol. 389, The Lancet. 2017.
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).
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).
11. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. Best Practice & Research Clinical Rheumatology The Epidemiology of low back pain. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2010;24(6).
12. Van Den Hoogen HJM, Koes BW, Devillé W, Van Eijk JTM, Bouter LM. The prognosis of low back pain in general practice. Spine (Phila Pa 1976). 1997;22(13).
13. Korff M V., Deyo RA, Cherkin D, Barlow W. Back pain in primary care: Outcomes at 1 year. Spine (Phila Pa 1976). 1993;18(7).
14. Von Korff M. Studying the natural history of back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1994;19(18).
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).
16. Enthoven P, Skargren E, Öberg 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).
17. Pengel LHM, Herbert RD, Maher CG, Refshauge KM. Acute low back pain: Systematic review of its prognosis. Vol. 327, British Medical Journal. 2003.
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. Vol. 12, European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society. 2003.
19. Shiban E, Meyer B. Treatment for acute, subacute and chronic low back pain. In: Spine Surgery: A Case-Based Approach. 2019.
20. Hüllemann P, Keller T, Kabelitz M, Gierthmühlen J, Freynhagen R, Tölle T, 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).
21. Kovacs FM, Abraira V, Zamora J, Fernández C. 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).
22. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. Vol. 389, The Lancet. 2017.
23. Bonita, R; Beaglehole, R; Kjellstrom T. Basic epidemiology: 2nd edition. World Health Organization. 2006.
24. Hill AB. The environment and disease: association or causation? J R Soc Med. 2015;108(1).
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. Vol. 5, Healthcare (Switzerland). 2017.
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).
27. Crombez G, Eccleston C, Van Damme S, Vlaeyen JWS, Karoly P. Fear-avoidance model of chronic pain: The next generation. Clin J Pain. 2012;28(6).
28. Lee H, Hübscher M, Moseley GL, Kamper SJ, Traeger AC, Mansell G, et al. How does pain lead to disability? A systematic review and meta-analysis of mediation studies in people with back and neck pain. Vol. 156, Pain. 2015.
29. Jackson T, Wang Y, Wang Y, Fan H. Self-efficacy and chronic pain outcomes: A meta-analytic review. Vol. 15, Journal of Pain. 2014.
30. Frost H, Moffett j. a. K, Moser JS, Fairbank JCT. Randomised controlled trial for evaluation of fitness programme for patients with chronic low back pain. BMJ. 1995;310(6973).
31. Dionne CE, Von Korff M, Koepsell TD, Deyo RA, Barlow WE, Checkoway H. Formal education and back pain: A review. Vol. 55, Journal of Epidemiology and Community Health. 2001.
32. Goubert D, van Oosterwijck J, Meeus M, Danneels L. Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain. Vol. 19, Pain Physician. 2016.
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).
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).
35. J.-D. D, J. A, C. S-P, M. P, M. D. 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).
36. Richardson CA, Jull GA. Muscle control–pain control. What exercises would you prescribe? Man Ther. 1995;1(1).
37. O'Sullivan PB, Twomey L, Allison CT. Dysfunction of the neuro-muscular system in the presence of low back pain-Implications for physical therapy management. J Man Manip Ther. 1997;5(1).
38. Sahrmann S. Movement impairment syndromes of the lumbar spine. In: Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. 2002.
39. Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. Vol. 13, Journal of Electromyography and Kinesiology. 2003.
40. Van Dieën JH, Selen LPJ, Cholewicki J. Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. J Electromyogr Kinesiol. 2003;13(4).
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).

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).
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).
44. O'Sullivan PB, Mitchell T, Bulich P, Waller R, Holte J. The relationship beween posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. Man Ther. 2006;11(4).
45. O'Sullivan P, Twomey L, Allison G, Sinclair J, Miller K, Knox J. Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. Aust J Physiother. 1997;43(2).
46. Sedrez JA, de Mesquita PV, Gelain GM, Candotti CT. Kinematic Characteristics of Sit-to-Stand Movements in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. Vol. 42, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2019.
47. Serafino F, Trucco M, Occhionero A, Cerone GL, Chiarotto A, Vieira T, et al. Understanding regional activation of thoraco-lumbar muscles in chronic low back pain and its relationship to clinically relevant domains. BMC Musculoskelet Disord. 2021;22(1).
48. Pourahmadi M, Takamjani IE, Sarrafzadeh J, Mohsenifar H, Fazeli SH, Bagheri R, et al. Effect of Chronic Low Back Pain on Lumbar Spine Lordosis During Sit-to-Stand and Stand-to-Sit. J Manipulative Physiol Ther. 2020 Feb 1;43(2):79–92.
49. Hemming R, Sheeran L, Van Deursen R, Sparkes V. Investigating differences in trunk muscle activity in non-specific chronic low back pain subgroups and no-low back pain controls during functional tasks: A case-control study. BMC Musculoskelet Disord. 2019;20(1).
50. Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. Gait Posture. 2018 Mar 1;61:250–6.
51. Caeyenberghs K, Pijnenburg M, Goossens N, Janssens L, Brumagne S. Associations between measures of structural morphometry and sensorimotor performance in individuals with nonspecific low back pain. Am J Neuroradiol. 2017;38(1).
52. Pijnenburg M, Brumagne S, Caeyenberghs K, Janssens L, Goossens N, Marinazzo D, et al. Resting-state functional connectivity of the sensorimotor network in individuals with nonspecific low back pain and the association with the sit-to-stand-to-sit task. Brain Connect. 2015 Jun 1;5(5):303–11.
53. Goossens N, Janssens L, Caeyenberghs K, Albouy G, Brumagne S. Differences in brain processing of proprioception related to postural control in patients with recurrent non-specific low back pain and healthy controls. NeuroImage Clin. 2019 Jan 1;23.
54. Bourigua I, Simoneau EM, Leteneur S, Gillet C, Ido G, Barbier F. Chronic low back pain sufferers exhibit freezing-like behaviors when asked to move their trunk as fast as possible. Spine J. 2014;14(7).
55. Ippersiel P, Teoli A, Wideman TH, Preuss RA, Robbins SM. The Relationship between Pain-Related Threat and Motor Behavior in Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. Phys Ther. 2022 Feb 1;102(2).
56. Ippersiel P, Preuss R, Fillion A, Jean-Louis J, Woodrow R, Zhang Q, et al. Inter-joint coordination and the flexion-relaxation phenomenon among adults with low back pain during bending. Gait Posture. 2021 Mar 1;85:164–70.
57. Sung PS, Danial P, Lee DC. Comparison of the different kinematic patterns during lateral bending between subjects with and without recurrent low back pain. Clin Biomech. 2016 Oct 1;38:50–5.
58. Larivière C, Gagnon D, Loisel P. The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion-extension and lateral bending

tasks. Clin Biomech. 2000 Jul;15(6):407–16.
59. Asgari M, Mokhtarinia HR, Sanjari MA, Kahrizi S, Philip GC, Parnianpour M, et al. Trunk Dynamic Stability Assessment for Individuals With and Without Nonspecific Low Back Pain During Repetitive Movement. Vol. 64, Human Factors. 2022.
60. Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, et al. Comparison of lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation response between 2 different low back pain subtypes. Spine (Phila Pa 1976). 2013 Jul 1;38(15):1260–7.
61. Henchoz Y, Tétreau C, Abboud J, Piché M, Descarreaux M. Effects of noxious stimulation and pain expectations on neuromuscular control of the spine in patients with chronic low back pain. Spine J. 2013 Oct;13(10):1263–72.
62. 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 Feb;31(3).
63. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. Discriminating healthy controls and two clinical subgroups of nonspecific chronic low back pain patients using trunk muscle activation and lumbosacral kinematics of postures and movements: A statistical classification model. Spine (Phila Pa 1976). 2009 Jul 1;34(15):1610–8.
64. 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 September).
65. Gombatto SP, D'Arpa N, Landerholm S, Mateo C, O'Connor R, Tokunaga J, et al. Differences in kinematics of the lumbar spine and lower extremities between people with and without low back pain during the down phase of a pick up task, an observational study. Musculoskelet Sci Pract. 2017 Apr 1;28:25–31.
66. Marras WS, Davis KG, Ferguson SA, Lucas BR, Gupta P. Spine loading characteristics of patients with low back pain compared with asymptomatic individuals. Spine (Phila Pa 1976). 2001 Dec 1;26(23):2566–74.
67. Marras WS, Ferguson SA, Burr D, Davis KG, Gupta P. Spine loading in patients with low back pain during asymmetric lifting exertions. Spine J. 2004 Jan 2;4(1):64–75.
68. Pranata A, Perraton L, El-Ansary D, Clark R, Mentiplay B, Fortin K, et al. Trunk and lower limb coordination during lifting in people with and without chronic low back pain. J Biomech. 2018 Apr 11;71:257–63.
69. Mitchell K, Porter M, Anderson L, Phillips C, Arceo G, Montz B, et al. Differences in lumbar spine and lower extremity kinematics in people with and without low back pain during a step-up task: A cross-sectional study. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Aug 25;18(1).
70. Mazzone B, Wood R, Gombatto S. Spine kinematics during prone extension in people with and without low back pain and among classification-specific low back pain subgroups. J Orthop Sports Phys Ther. 2016 Jul 1;46(7):571–9.
71. 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.
72. Schmidt H, Bashkuev M, Weerts J, Graichen F, Altenscheidt J, Maier C, et al. How do we stand? Variations during repeated standing phases of asymptomatic subjects and low back pain patients. J Biomech. 2018 Mar 21;70:67–76.
73. Rudy TE, Boston JR, Lieber SJ, Kubinski JA, Delitto A. Body motion patterns during a novel repetitive wheel-rotation task: A comparative study of healthy subjects and patients with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(23):2547–54.
74. Peebles AT, Van Der Veen S, Stamenkovic A, Thomas JS. Patients with chronic non-specific low back pain have altered movement coordination during functional reaching tasks. Gait Posture. 2022 Jan 1;91:30–4.
75. Gizzi L, Röhrle O, Petzke F, Falla D. People with low back pain show reduced movement

complexity during their most active daily tasks. Eur J Pain (United Kingdom). 2019 Feb 1;23(2):410–8.
76. van Weering MGH, Vollenbroek-Hutten MMR, Tönis TM, Hermens HJ. Daily physical activities in chronic lower back pain patients assessed with accelerometry. Eur J Pain. 2009 Jul;13(6):649–54.
77. 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.
78. Serafino F, Trucco M, Occhionero A, Cerone GL, Chiarotto A, Vieira T, et al. Understanding regional activation of thoraco-lumbar muscles in chronic low back pain and its relationship to clinically relevant domains. BMC Musculoskelet Disord. 2021 Dec 1;22(1).
79. Hemming R, Sheeran L, Van Deursen R, Sparkes V. Investigating differences in trunk muscle activity in non-specific chronic low back pain subgroups and no-low back pain controls during functional tasks: A case-control study. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Oct 22;20(1).
80. Sedrez JA, de Mesquita PV, Gelain GM, Candotti CT. Kinematic Characteristics of Sit-to-Stand Movements in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. J Manipulative Physiol Ther. 2019 Sep 1;42(7):532–40.
81. Ippersiel P, Preuss R, Fillion A, Jean-Louis J, Woodrow R, Zhang Q, et al. Inter-joint coordination and the flexion-relaxation phenomenon among adults with low back pain during bending. Gait Posture. 2021;85.
82. Sung PS, Danial P, Lee DC. Comparison of the different kinematic patterns during lateral bending between subjects with and without recurrent low back pain. Clin Biomech. 2016;38.
83. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L, Davey P, Gupta R. Discriminating healthy controls and two clinical subgroups of nonspecific chronic low back pain patients using trunk muscle activation and lumbosacral kinematics of postures and movements: A statistical classification model. Spine (Phila Pa 1976). 2009;34(15).
84. Ippersiel P, Teoli A, Wideman TH, Preuss RA, Robbins SM. The Relationship Between Pain-Related Threat and Motor Behavior in Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. Phys Ther [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2023 May 18];102(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34939120/
85. Varrecchia T, Conforto S, De Nunzio AM, Draicchio F, Falla D, Ranavolo A. Trunk Muscle Coactivation in People with and without Low Back Pain during Fatiguing Frequency-Dependent Lifting Activities. Sensors. 2022;22(4).
86. Jacobs J V., Lyman CA, Hitt JR, Henry SM. Task-related and person-related variables influence the effect of low back pain on anticipatory postural adjustments. Hum Mov Sci. 2017 Aug 1;54:210–9.
87. Massé-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. Task-specificity of bilateral anticipatory activation of the deep abdominal muscles in healthy and chronic low back pain populations. Gait Posture [Internet]. 2015 [cited 2023 May 18];41(2):440–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25482033/
88. Jubany J, Danneels L, Angulo-Barroso R. The influence of fatigue and chronic low back pain on muscle recruitment patterns following an unexpected external perturbation. BMC Musculoskelet Disord. 2017;18(1).
89. Hemmati L, Piroozi S, Rojhani-Shirazi Z. Effect of dual tasking on anticipatory and compensatory postural adjustments in response to external perturbations in individuals with nonspecific chronic low back pain: Electromyographic analysis. J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(3).
90. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Failure to use movement in postural strategies leads to increased spinal displacement in low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(19).
91. 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.
92. 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).
93. Brumagne S, Janssens L, Janssens E, Goddyn L. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. Gait Posture. 2008;28(4).
94. Caffaro RR, França FJR, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LAV, 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).
95. Alsubaie AM, Martinez-Valdes E, De Nunzio AM, Falla D. Trunk control during repetitive sagittal movements following a real-time tracking task in people with chronic low back pain. J Electromyogr Kinesiol. 2021 Apr 1;57.
96. Ginanneschi F, Dominici F, Milani P, Biasella A, Rossi A, Mazzocchio R. Changes in the recruitment curve of the soleus H-reflex associated with chronic low back pain. Clin Neurophysiol. 2007 Jan;118(1):111–8.
97. 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).
98. Larivière C, Forget R, Vadeboncoeur R, Bilodeau M, Mecheri H. The effect of sex and chronic low back pain on back muscle reflex responses. Eur J Appl Physiol. 2010 Jul;109(4):577–90.
99. 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).
100. Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, et al. Individuals with chronic low back pain do not modulate the level of transversus abdominis muscle contraction across different postures. Man Ther. 2014;19(6).
101. Van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976) [Internet]. 2003 Apr 15 [cited 2023 May 18];28(8):834–41. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12698129/
102. Wang H, Zheng J, Fan Z, Luo Z, Wu Y, Cheng X, 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 [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2023 May 18];92:44–50. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34823100/
103. Jubany J, Marina M, Angulo-Barroso R. Electromyographic and Kinematic Analysis of Trunk and Limb Muscles During a Holding Task in Individuals With Chronic Low Back Pain and Healthy Controls. PM R. 2017;9(11).
104. Almeida SD, Eapen C, Krishnan S. Association of thoraco-lumbar fascia length in individuals with non-specific low back pain - an observational study. J Bodyw Mov Ther. 2020 Oct 1;24(4):581–7.
105. Osuka S, Koshino Y, Yamanaka M, Miura T, Saito Y, Ueno R, et al. The onset of deep abdominal muscles activity during tasks with different trunk rotational torques in subjects with non-specific chronic low back pain. J Orthop Sci. 2019 Sep 1;24(5):770–5.
106. Seyed Hoseinpoor T, Kahrizi S, Mobini B, Naji M. A comparison of abdominal muscle thickness changes after a lifting task in subjects with and without chronic low-back pain. Hum Factors. 2015;57(2).
107. Hides JA, Belavý DL, Cassar L, Williams M, Wilson SJ, Richardson CA. Altered response of the anterolateral abdominal muscles to simulated weight-bearing in subjects with low back pain. Eur Spine J [Internet]. 2009 [cited 2023 May 18];18(3):410–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19015895/

108. 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).
109. Rasouli O, Shanbehzadeh S, Arab AM, ShahAli S, Sarafraz H. The Effect of Respiratory Phase on Abdominal Muscle Activity During Stable and Unstable Sitting Positions in Individuals With and Without Chronic Low Back Pain. J Manipulative Physiol Ther. 2020;43(3).
110. Li X, Lo WLA, Lu SW, Liu H, Lin KY, Lai JY, et al. Trunk muscle activity during pressure feedback monitoring among individuals with and without chronic low Back pain. BMC Musculoskelet Disord [Internet]. 2020 Aug 22 [cited 2023 May 18];21(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32828131/
111. Hori M, Hasegawa H, Takasaki H. Comparisons of hamstring flexibility between individuals with and without low back pain: systematic review with meta-analysis. Physiother Theory Pract. 2021;37(5):559–82.
112. Cooper NA, Scavo KM, Strickland KJ, Tipayamongkol N, Nicholson JD, Bewyer DC, et al. Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic low back pain compared to healthy controls. Eur Spine J [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2023 May 18];25(4):1258–65. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26006705/
113. de Sousa CS, de Jesus FLA, Machado MB, Ferreira G, Ayres IGT, de Aquino LM, et al. Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. J Musculoskelet Neuronal Interact [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2023 May 18];19(1):69–78. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30839305/
114. Sadler S, Cassidy S, Peterson B, Spink M, Chuter V. Gluteus medius muscle function in people with and without low back pain: A systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2019;20(1).
115. Fasuyi FO, Fabunmi AA, Adegoke BOA. Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. J Bodyw Mov Ther. 2017;21(2).
116. 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) [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 May 18];99(5):e18544. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32000363/
117. Guimarães CQ, Sakamoto ACL, Laurentino GEC, Teixeira-Salmela LF. Electromyographic activity during active prone hip extension did not discriminate individuals with and without low back pain. Brazilian J Phys Ther. 2010;14(4).
118. Halbertsma JPK, Göeken LNH, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(2).
119. Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. J Electromyogr Kinesiol. 2015;25(4).
120. Yahia A, Jribi S, Ghroubi S, Elleuch M, Baklouti S, Habib Elleuch M. Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain. Jt Bone Spine. 2011;78(3).
121. Marshall PWM, Mannion J, Murphy BA. The eccentric, concentric strength relationship of the hamstring muscles in chronic low back pain. J Electromyogr Kinesiol [Internet]. 2010 Feb [cited 2023 May 18];20(1):39–45. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19435669/
122. Koppenhaver S, Gaffney E, Oates A, Eberle L, Young B, Hebert J, et al. Lumbar muscle stiffness is different in individuals with low back pain than asymptomatic controls and is associated with pain and disability, but not common physical examination findings. Musculoskelet Sci Pract. 2020;45.

123. Wallwork TL, Stanton WR, Freke M, Hides JA. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. Man Ther [Internet]. 2009 Oct [cited 2023 May 18];14(5):496–500. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19027343/
124. 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) [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 May 18];45(1):E1–9. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31415455/
125. Danneels L, Coorevits P, Cools A, Vanderstraeten G, Cambier D, Witvrouw E, et al. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. Eur Spine J. 2002;11(1):13–9.
126. Sweeney N, O'Sullivan C, Kelly G. Multifidus muscle size and percentage thickness changes among patients with unilateral chronic low back pain (CLBP) and healthy controls in prone and standing. Man Ther. 2014;19(5).
127. Ringheim I, Indahl A, Roeleveld K. Reduced muscle activity variability in lumbar extensor muscles during sustained sitting in individuals with chronic low back pain. PLoS One. 2019;14(3).
128. Shirado O, Kaneda K, Ito T. Trunk-muscle strength during concentric and eccentric contraction: A comparison between healthy subjects and patients with chronic low-back pain. J Spinal Disord. 1992;5(2).
129. Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, et al. Comparison of lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation response between 2 different low back pain subtypes. Spine (Phila Pa 1976). 2013;38(15).
130. O'Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. Man Ther [Internet]. 2005 [cited 2023 May 21];10(4):242–55. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16154380/
131. Marras WS, Wongsam PE. Flexibility and velocity of the normal and impaired lumbar spine. Arch Phys Med Rehabil. 1986;67(4).
132. Caeyenberghs K, Pijnenburg M, Goossens N, Janssens L, Brumagne S. Associations between measures of structural morphometry and sensorimotor performance in individuals with nonspecific low back pain. Am J Neuroradiol. 2017 Jan 1;38(1):183–91.
133. Pijnenburg M, Brumagne S, Caeyenberghs K, Janssens L, Goossens N, Marinazzo D, et al. Resting-state functional connectivity of the sensorimotor network in individuals with nonspecific low back pain and the association with the sit-to-stand-to-sit task. Brain Connect. 2015;5(5).
134. 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).
135. Coenen P, Gouttebarge V, Van Der Burght ASAM, Van Dieën JH, Frings-Dresen MHW, Van Der Beek AJ, et al. The effect of lifting during work on low back pain: A health impact assessment based on a meta-analysis. Vol. 71, Occupational and Environmental Medicine. 2014.
136. Peters ML, Sorbi MJ, Kruise DA, Kerssens JJ, Verhaak PFM, Bensing JM. Electronic diary assessment of pain, disability and psychological adaptation in patients differing in duration of pain. Pain. 2000;84(2–3).
137. Jamison RN, Brown GK. Validation of hourly pain intensity profiles with chronic pain patients. Pain. 1991;45(2).
138. Glynn CJ, Lloyd JW, Folkard S. The Diurnal Variation in Perception of Pain. J R Soc Med. 1976;69(5).

139. 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).
140. Brumagne S, Cordo P, Lysens R, Verschueren S, Swinnen S. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. In: Spine. 2000.
141. Ivanenko YP, Solopova IA, Levik YS. The direction of postural instability affects postural reactions to ankle muscle vibration in humans. Neurosci Lett. 2000;292(2).
142. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine: Part I. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J Spinal Disord. 1992;5(4).
143. Nadler SF, Wu KD, Galski T, Feinberg JH. Low back pain in college athletes: A prospective study correlating lower extremity overuse or acquired ligamentous laxity with low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(7).
144. Marshall PWM, Patel H, Callaghan JP. Gluteus medius strength, endurance, and co-activation in the development of low back pain during prolonged standing. Hum Mov Sci [Internet]. 2011 Feb [cited 2023 May 25];30(1):63–73. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21227522/
145. Nelson-Wong E, Gregory DE, Winter DA, Callaghan JP. Gluteus medius muscle activation patterns as a predictor of low back pain during standing. Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet]. 2008 Jun [cited 2023 May 25];23(5):545–53. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18282648/
146. Nadler SF, Malanga GA, DePrince M, Stitik TP, Feinberg JH. The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. Clin J Sport Med [Internet]. 2000 [cited 2023 May 25];10(2):89–97. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10798789/
147. Stokes M, Hides J, Elliott J, Kiesel K, Hodges P. Rehabilitative ultrasound imaging of the posterior paraspinal muscles. Vol. 37, Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2007.
148. Jung DE, Kim K, Lee SK. Comparison of muscle activities using a pressure biofeedback unit during abdominal muscle training performed by normal adults in the standing and supine positions. J Phys Ther Sci. 2014;26(2).
149. da Silva AP, dos Santos RPM, Coertjens PC, Coertjens M. Clinimetric properties of the pressure biofeedback unit method for estimating respiratory pressures. Physiother Theory Pract. 2017;33(4).
150. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L. Altered patterns of superficial trunk muscle activation during sitting in nonspecific chronic low back pain patients: Importance of subclassification. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(17).
151. Gouteron A, Tabard-Fougère A, Bourredjem A, Casillas JM, Armand S, Genevay S. The flexion relaxation phenomenon in nonspecific chronic low back pain: prevalence, reproducibility and flexion–extension ratios. A systematic review and meta-analysis. Vol. 31, European Spine Journal. 2022.
152. Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax TE. Flexion-relaxation phenomenon in the back muscles: A comparative study between healthy subjects and patients with chronic low back pain. Am J Phys Med Rehabil. 1995;74(2).
153. Solomonow M, Zhou BH, Harris M, Lu Y, Baratta R V. The ligamento-muscular stabilizing system of the spine. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(23).

APPENDICE

Strategia di ricerca utilizzata su PubMed

“(((((low back pain) OR (LBP)) OR (low back ache)) OR ("Low Back Pain"[Mesh])) AND (((((((Musculoskeletal and Neural Physiological Phenomena[MeSH Terms]) OR ("Range of Motion, Articular"[Mesh]) OR ("range of motion")) OR (ROM)) OR (muscular activity)) OR (muscle activity)) OR (muscular activation)) OR ((motor straegies) OR (neuromotor strategies)))) AND (((assessment) OR (evaluation)) OR (valuation))”