



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2016/2017

Campus Universitario di Savona

Analisi delle differenze cinematiche della colonna, degli arti e dello schema del passo in soggetti affetti o meno da LBP. Revisione della letteratura.

Candidato:

Dott. Vito Sanclemente, FT

Relatore:

Dott.ssa Erica Barboni, FT, OMPT

Indice

ABSTRACT	2
BACKGROUND	2
OBIETTIVO	2
MATERIALI E METODI	2
RISULTATI	3
CONCLUSIONI	3
KEY WORDS	3
INTRODUZIONE	4
MATERIALI E METODI	6
PROTOCOLLO E CRITERI DI ELEGGIBILITÀ	6
STRATEGIA DI RICERCA DATI	6
CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE	6
ESTRAZIONE E GESTIONE DEI DATI	7
ANALISI E SINTESI DEI DATI	7
SELEZIONE DEGLI STUDI	8
RISULTATI	44
ALTERAZIONI CINEMATICHE NEL RACHIDE	44
ALTERAZIONI SUL PIANO SAGITTALE.....	44
ALTERAZIONI SUL PIANO FRONTALE.....	45
ALTERAZIONI SUL PIANO TRASVERSALE.....	45
ALTERAZIONE DELLA VARIABILITÀ, STABILITÀ E COORDINAZIONE DEL RACHIDE.....	46
ALTERAZIONI CINEMATICHE DEGLI ARTI E DELLO SCHEMA DEL PASSO	49
ALTERAZIONI CINEMATICHE DEGLI ARTI INFERIORI.....	49
VELOCITÀ DEL CAMMINO.....	50
PARAMETRI SPAZIO-TEMPORALI DELLO SCHEMA DEL PASSO.....	50
DISCUSSIONE	53
CONCLUSIONI	55
BIBLIOGRAFIA	56

Abstract

Background

Il Low Back Pain è una patologia con elevata prevalenza nella popolazione mondiale. Rappresenta una delle cause più comuni di assenteismo dal lavoro e un grave problema economico-sanitario.

Nonostante il forte impatto della patologia sulla popolazione, e la mole di letteratura sull'argomento non è ad oggi chiaro se ci sia una correlazione specifica con alterazione della cinematica dei segmenti del rachide o degli arti inferiori o del passo. In generale, la valutazione del movimento è una prassi comune per il fisioterapista, come anche la sua normalizzazione nel caso sia disfunzionale, ma ancora oggi non ci sono chiare evidenze del fatto che esistano o meno patterns disfunzionali specifici in questi pazienti e, in tal caso, come questi si instaurino.

Obiettivo

L'obiettivo del presente studio è quello di revisionare la letteratura corrente per cercare di comprendere se siano presenti differenze e quali siano queste differenze, nella cinematica del rachide o dello schema del passo nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti sani.

Materiali e Metodi

La ricerca è stata effettuata nei database MEDLINE tramite interfaccia Pubmed, PEDro tra Settembre 2017 e Marzo 2018. Sono stati inclusi tutti gli studi che analizzassero la cinematica del rachide e degli arti, lo schema del passo nei soggetti con LBP. Sono stati esclusi tutti quegli studi che da una prima valutazione del titolo non erano pertinenti, poi una seconda selezione valutando la pertinenza degli abstract e poi un'ulteriore scrematura tramite lettura dei full text, escludendo pertanto quegli studi di cui non è stato possibile reperire il full text, che non avevano un gruppo di controllo, non erano in lingua inglese, non erano strettamente pertinenti al quesito di ricerca.

Risultati

Sono stati selezionati 71 studi, tutti di bassa qualità metodologica essendo studi osservazionali caso-controllo, tranne una sola revisione sistematica con meta-analisi.. Più della metà (48) degli studi analizzavano le differenze a livello del rachide, 14 analizzavano gli arti inferiori, 7 entrambi i distretti e 2 anche l'arto superiore. Dai dati sembrerebbe che i soggetti con LBP riducano il Rom lombare nelle varie attività funzionali in particolare sul piano trasversale con possibili compensi a livello toracico o pelvico, che tendino ad utilizzare schemi stereotipati con ridotta variabilità e dissociazione dei segmenti corporei (un maggiore schema "in-fase"), nonché ridurrebbero anche la propria velocità di deambulazione e le forze di reazione al suolo.

Conclusioni

Dai risultati sembrerebbe possibile che i soggetti con LBP adottino questi schemi di movimenti ridotti, come una possibile strategia di protezione della zona patologica, andando quindi ad instaurare possibile pattern disfunzionali e deficit di controllo neuromotorio che potrebbero portare al perdurare della patologia.

Comunque, la scarsa qualità degli studi, l'eterogeneità dei parametri presi in esame e i diversi setting di studio, non permettono di trarre conclusioni esaustive sull'argomento.

Key Words

Movement pattern, Kinematics, Lumbar spine, Lumbosacral region, thoracic spine, lower extremity, gait, walking, low back pain.

Introduzione

Il Low Back Pain (LBP) per definizione è: un dolore e/o limitazione funzionale compreso tra il margine inferiore dell'arcata costale e le pieghe glutee inferiori con eventuale irradiazione posteriore alla coscia ma non oltre il ginocchio che può causare l'impossibilità di svolgere la normale attività quotidiana, con possibile assenza dal lavoro (PDT ITA 2006).

Rappresenta il primo disturbo muscoloscheletrico, seconda patologia mondiale, prima causa di disabilità sotto i 45 anni¹.

La prevalenza raggiunge fino all'80% delle persone, che hanno avuto almeno un episodio nel corso della propria vita, con il 3-7% che evolve in maniera cronica¹ (8% in Italia) e con 11-12% che sviluppa una disabilità a causa di questo². Rappresenta un grave problema di salute pubblica che ha creato un importante onere socioeconomico globale³, che nel quadro cronico si aggira intorno all'80% dei costi sanitari tra diagnostica, trattamento e assenteismo (seconda solo a patologie respiratorie come giorni di assenza dal lavoro¹).

Nonostante l'alta prevalenza, il low back pain ha una storia naturale favorevole. La maggior parte dei pazienti recuperare rapidamente e senza deficit residui di funzionalità.

Infatti, nel 70-80% dei casi si risolve entro le 2-4 settimane e il 90% entro 12 settimane. Tuttavia, dopo le 12 settimane il recupero è molto lento o non avviene, evolvendo in un quadro cronico⁴.

A seconda della durata della presentazione dei sintomi, ovvero dell'intervallo di tempo che intercorre dalla loro comparsa, alla loro completa remissione, si possono classificare diversi tipi di LBP aspecifico:

- Acuto: intervallo di tempo inferiore alle 4 settimane
- Sub-acuto: intervallo di tempo compreso tra le 4 e le 12 settimane
- Cronico: intervallo di tempo che si protrae oltre le 4 settimane (in assenza di periodi di remissione)

- Si definisce invece, LBP ricorrente una condizione clinica di più episodi acuti di LBP che ritornano dopo un periodo di remissione.

Sono stati ipotizzati svariati meccanismi alla base dell'insorgenza del low back pain ma nel 85% dei casi, non è possibile identificare un'eziologia specifica ovvero una causa pato-anatomica ben definita, dal momento che i sintomi, la patologia e le bioimmagini sono scarsamente correlate al quadro clinico. Solo nel restante 15%, è possibile identificare una causa di natura specifica (fratture, ernie discali, tumori, infezioni, stenosi, ...). Ci sono molteplici teorie sui potenziali fattori di rischio che potrebbero essere correlati alla patologia (movimenti ripetitivi, obesità, posture mantenute per lungo tempo, movimentazioni di carichi, fumo,...) ma non è stata trovata nessuna correlazione forte tra questi fattori e la patologia se non per una pregressa storia di LBP⁵.

Di solito, il fisioterapista valuta la postura, la quantità e la qualità del movimento, con l'obiettivo ultimo di normalizzare le possibili alterazioni cinematiche che costituiscono un possibile impairment del quadro patologico (LBP).

Ancora oggi però, i meccanismi disfunzionali dietro queste alterazioni non sono stati ben chiariti in letteratura.

Lo scopo di questo studio è quello di effettuare una revisione della letteratura per indagare le differenze cinematiche della colonna vertebrale, degli arti e dello schema del passo, tra soggetti affetti da LBP e soggetti sani, al fine di capire se ci siano alterazioni che possano essere causa o conseguenza della suddetta patologia. Ed eventualmente tenere in considerazione tali alterazioni cinematiche all'interno della progettazione di un piano terapeutico che sia specifico e personalizzato sul singolo paziente.

Materiali e Metodi

Protocollo e criteri di eleggibilità

La revisione è stata svolta seguendo le linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) attraverso la creazione di un protocollo pre studio⁶.

Strategia di ricerca dati

La ricerca è stata effettuata nei database MEDLINE tramite interfaccia Pubmed, PEDro tra Settembre 2017 e Marzo 2018.

Le parole chiave utilizzate sono state: “Kinematics”, “Movement Pattern”, “Biomechanical Phenomena”, “Lumbar spine”, “Thoracic spine”, “Lumbosacral region”, “Lower extremity”, “Gait”, “Walking” e “Low back pain”. Queste sono state combinate tramite gli operatori booleani AND, OR, NOT per includere il maggior numero di studi utili al fine della revisione, ed hanno portato alla stringa di ricerca utilizzata su Pubmed:

((((((((Movement pattern) OR Biomechanical Phenomena) OR kinematics) AND Lumbar spine) OR Lumbosacral region) OR thoracic spine) OR thorax) OR lower extremity) OR gait) OR walking) AND low back pain).

Su PEDro è stata utilizzata una stringa più generica: ***low back pain AND kinematic.***

Criteri di inclusione ed esclusione

Tutti i potenziali studi sono stati selezionati, per prima cosa, tramite lettura dei titoli, dopodiché tramite lettura degli abstracts e poi confrontati con i criteri di

inclusione/esclusione. Infine, di quelli che hanno soddisfatto i criteri, sono stati ricercati, letti e analizzati i full texts.

Per l'inclusione in questa revisione, gli studi dovevano applicare le stesse procedure per misurare le persone con LBP +/- dolore alla gamba (gruppo LBP) e le persone senza LBP (gruppo NoLBP), considerando questi fattori:

Lordosi lombare o toracica; ROM lombare o toracico o pelvico; velocità, accelerazione, timing del movimento lombare +/- anca o torace; velocità del cammino o corsa; variabilità e analisi nei parametri del cammino o corsa; ground reaction force arti inferiori; stabilità pelvica, lombare, dell'arto inferiore

Sono stati esclusi gli studi che includevano persone che avevano subito un intervento chirurgico al rachide; presentavano fratture, condizioni neurologiche, malattie metaboliche, neoplasie o scoliosi; presenza di disabilità o limitazioni ad arti inferiori in concomitanza al LBP; studi non in lingua inglese.

Estrazione e gestione dei dati

Il revisore ha estratto dagli studi selezionati i dati riguardanti il campione (numerosità, tipo di popolazione, età media, sesso), tipo di procedura utilizzata, task motorio richiesto, misure di outcomes (non le ho inserite esplicitamente nella tabella sinottica) e i risultati.

L'utilizzo di tabelle sinottiche ha permesso di sintetizzare i dati degli studi inclusi.

Analisi e sintesi dei dati

I risultati analizzanti le differenze cinematiche della colonna, degli arti e dello schema del passo in soggetti affetti o meno da LBP sono stati sintetizzati e analizzati. La valutazione degli outcomes presi in considerazione si basava sulla qualità metodologica degli studi inclusi e sul valore del p-value, che rileva una significatività statistica con valori <0.05.

Selezione degli studi

Dalla ricerca su Pubmed e PEDro sono emersi 4851 potenziali articoli. Di questi 4694 sono stati esclusi in base alla pertinenza del titolo, 1 è stato escluso perché duplicato, 1 perché in lingua tedesca, un altro perché in lingua croata.

Dei 154 articoli rimanenti è stato letto l'abstract, portando ad una successiva scrematura e la selezione di 80 articoli, di cui 9 sono stati esclusi alla lettura dei full texts.

In conclusione, sono stati inclusi 71 articoli per la revisione della letteratura come mostrato nella flow chart (Fig. 1) seguente del processo di selezione degli articoli.

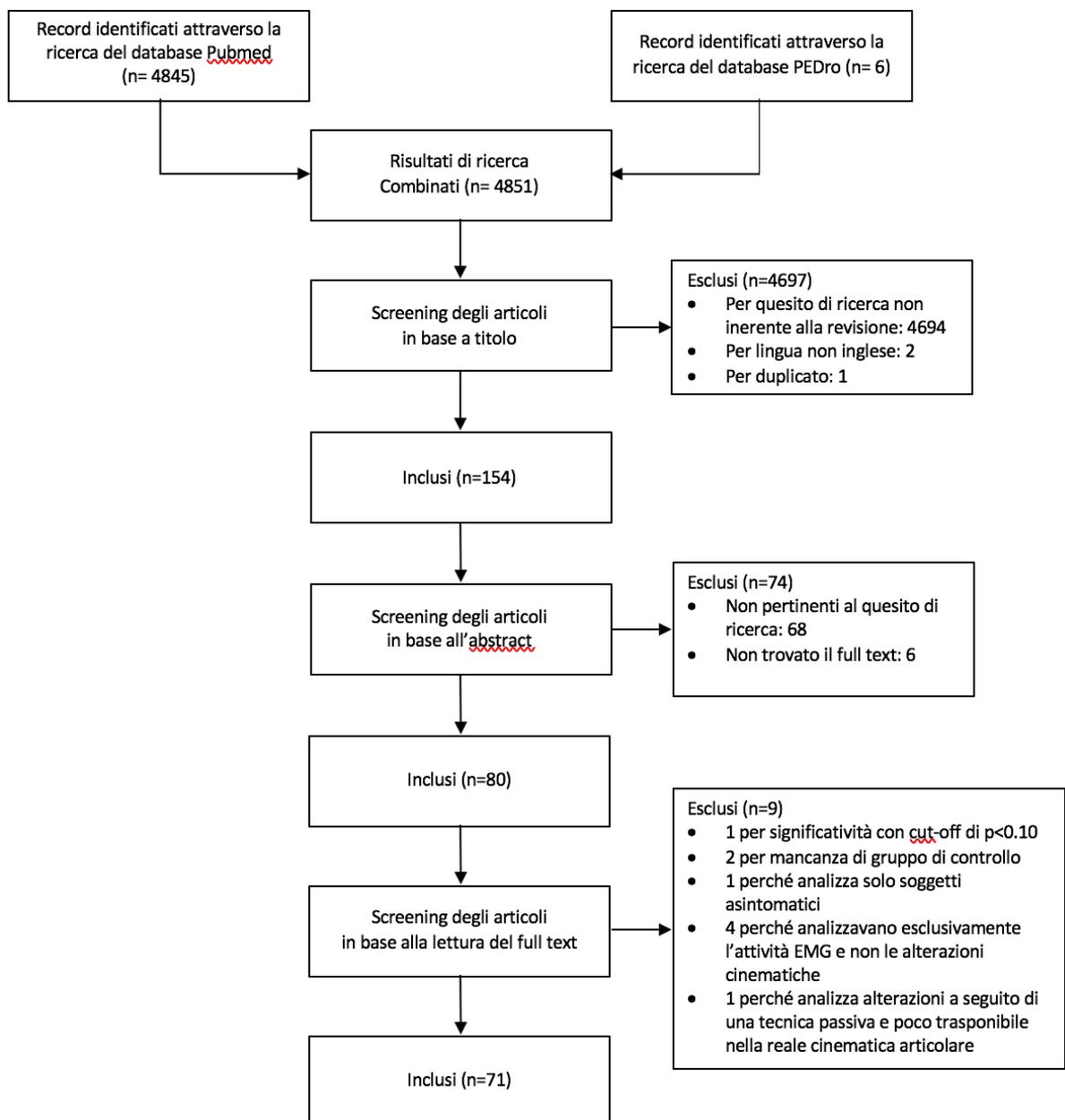


Fig. 1. Flow chart della selezione degli studi per la revisione.

Di seguito viene riportata una tabella sinottica dei 72 studi inclusi nella revisione.

RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO E TIPO DI STUDIO	OBIETTIVO	MATERIALI E METODI	RISULTATI/ CONCLUSIONI
<p>Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain</p> <p>W. van den Hoorn 2012</p>	<p>Se persone con LBP riducono la variabilità del movimento tra bacino e torace (tronco) sul piano trasversale, durante l'andatura a velocità diverse rispetto a soggetti di controllo sani.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP:13 volontari- 35.3±12.4 • Gr Controllo: 12 volontari sani 32.2±13.1 <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Gait analysis su treadmill per 3 min per ciascuna delle 12 velocità che variava dai 0.5 ai 1.72 m/s, con incrementi di 0.11 m/s</p> <p>Misurati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • variabilità passo-passo delle rotazioni del tronco, del bacino e del torace • Le deviazioni del passo delle rotazioni del bacino e del torace dal modello medio (rotazioni residue) con analisi spettrale • Parametri di base del cammino 	<p>I dati mostrano che le persone con LBP avevano una minore variabilità delle rotazioni del tronco (p=0.02), come risultato dell'accoppiamento delle deviazioni delle rotazioni residue in un segmento insieme alle deviazioni di una forma simile (correlazione, p= 0.03) e ampiezza (coefficiente di regressione, p= 0.05) nell'altro segmento. Questi risultati supportano l'argomentazione secondo cui le persone con LBP adottano una strategia di movimento protettivo, possibilmente aumentando la rigidità del tronco.</p>
<p>The Effect of Lumbar Disc Herniation on Musculoskeletal Loadings in the Spinal Region During Level Walking and Stair Climbing</p> <p>S. Kuai 2017</p>	<p>Studiare l'impatto del LBP da ernia lombare (LDH) sulle forze di compressione, le forze di taglio antero-posteriori e le forze di taglio medio-laterali che agiscono su ogni disco lombare e la massima attività muscolare di diciassette gruppi principali di muscoli del tronco durante la camminata a piedi e le scale.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 26 sog sani - 23,6±1,92 • Gr LDH: 7 maschi - 28,7±4,5 <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Gait analysis e attività muscolare di 17 gruppi muscolari del tronco (tramite EMG) e forze di taglio e compressive intradiscali</p>	<p>-Nel cammino, i pazienti LDH mostrano forze di taglio antero-posteriori più piccole nei dischi (P=0,21-0,03) della regione patologica e forze di taglio antero-posteriori più grandi negli altri dischi in termini di magnitudo (p=0,01-0,02-0,03). Le forze di compressione che agiscono su tutti e cinque i dischi lombari erano significativamente maggiori nel paziente LDH (p=0,01-0,02-0,03-0,04).</p> <p>-Nel fare le scale, non vi era alcuna differenza significativa nelle forze di compressione e nelle forze di taglio antero-posteriori LDH e sog. Sani. Tuttavia, il centro di simmetria delle forze di taglio medio-laterali che agiscono sui cinque dischi sono tutti significativamente spostati lateralmente (p=0,01-0,01-0,01-0,02-0,03).</p> <p>-Come att. muscolare i sog. LDH mostrano MMA (massima attività muscolare) maggiore rispetto i sani sia in cammino che scale (12/17 erano statisticamente significativi, p< 0,05)</p>

<p>Effects of Pelvic Asymmetry and Low Back Pain on Trunk Kinematics During Sitting: A Comparison With Standing</p> <p>E. Al-Eisa 2006</p>	<p>Valutare l'effetto dell'asimmetria pelvica, sulla cinematica del tronco durante il sedersi. E se il movimento alterato del tronco nel sedersi associato ad asimmetria pelvica sia maggiormente presente in soggetti con LBP aspecifico e le differenze dal movimento asimmetrico in piedi. Analizzare infine differenze nei mov accoppiati (lat flex e rot) in piedi e seduto.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 27 maschi e 27 femmine - 33.4 ±7.2 years • Gr Controllo: 25 maschi e 34 femmine - 31.1 ±6.9 soggetti sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Static and dynamic test con marker e motion analysis system.</p> <p>Misurazione di lateroflessione e rotazione assiale in pos seduta e in piedi. Mov accoppiati lat/rot in pos seduta e in piedi.</p>	<p>Leggera correlazione che i soggetti con LBP compensano maggiormente e selettivamente nel tratto lombare l'asimmetria pelvica rispetto i sani che utilizzano anche il tratto toracico e questo potrebbe predisporre al LBP stesso.</p> <p>Nonostante non ci siano differenze nel movimento totale durante il sedersi i pazienti con LBP presentano maggior asimmetria nel movimento di flessione laterale lombare (p=0,03) e rotazione assiale lombare (p=0,029).</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'asimmetria nei movimenti del tronco è il miglior indicatore di un'alterazione funzionale nella zona lombare rispetto al range di movimento assoluto. • Le funzioni compensative che si verificano nel tronco secondariamente all'asimmetria pelvica, come i modelli di movimento asimmetrico, non vengono corrette livellando il bacino in posizione seduta. • La compensazione funzionale all'asimmetria pelvica comporta non solo cambiamenti nel movimento lombare, ma anche cambiamenti nella regione toracica. • I pazienti con LBP hanno patterns di movimento alterato durante l'esecuzione della rotazione assiale in posizione seduta, che può essere correlata alla maggiore quantità di rotazione consentita in posizione seduta rispetto a quella in piedi.
<p>Effects of Pelvic Skeletal Asymmetry on Trunk Movement</p> <p>E. Al-Eisa 2006</p>	<p>Esaminare se i pazienti con LBP avessero modelli di movimento identificabili, come l'asimmetria del movimento, che erano diversi da quelli di individui asintomatici.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 59 soggetti sani • Gr LBP: 54 soggetti con LBP di tipo meccanico <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Per misurare la cinematica del tronco, è stato utilizzato un sistema di Motion Capture. Analizzati due tipi di asimmetria pelvica: asimmetria della rotazione iliaca e inclinazione pelvica laterale.</p> <p>I soggetti eseguivano test dinamici con due movimenti del tronco: flessione</p>	<p>Il gruppo LBP aveva un'asimmetria significativamente maggiore nella flessione laterale (p= 0.023) e nella rotazione assiale (p=0.001) lombare quando questi movimenti erano i moti principali. Inoltre, avevano significativamente ridotto il ROM di flessione laterale (p=0.020) e la rotazione assiale (p=0.024) toracica come moti principali. I gruppi non differivano nel range del movimento lombare o nell'asimmetria del movimento toracico.</p>

		laterale e rotazione assiale e quindi sono stati invitati a flettersi lateralmente (o ruotare) dalla posizione neutra, il più lontano possibile su un lato e poi dall'altro.	Nei movimenti accoppiati vertebrali quando il movimento principale era la flessione laterale, c'era una differenza significativa ($P=0,007$) tra i gruppi nella direzione dell'accoppiamento; la maggioranza dei soggetti nel gruppo di controllo (75%) aveva una rotazione assiale accoppiata opposta rispetto al 50% del gruppo LBP.
<p>Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects—a pilot investigation</p> <p>A. F. Burnett, 2004</p>	Esaminare se esistono differenze nell'attività dei muscoli del tronco e nella cinematica spinale nei ciclisti con e senza NSCLBP (flexion pattern)	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 18 sog (8 maschi e 10 femmine)</p> <ul style="list-style-type: none"> No pain group: 9 sog - 37.67 ± 7.9 NSCLBP: 9 sog - 42.37 ± 9.7 <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> pedalare su bici al 75% della frequenza cardiaca massima prevista per età fino a insorgenza LBP o discomfort eccessivo. Misurazioni di:</p> <ul style="list-style-type: none"> EMG di 6 paia di muscoli del tronco (3 posteriori e 3 anteriori): retto addome dx e sn, obliqui interni ed esterni di dx e sn, multifido lombare dx e sn e erector spinae T12 e T9 dx e sn. Analisi cinematica colonna tramite un dispositivo di tracciamento elettromagnetico, tramite 4 ricevitori con coordinate tridimensionali incorporate (reperi spinosa S2, L3, T12, T6) <p>Dati registrati ogni 5 min. t-test tra inizio e fine pedalata.</p>	<p>Non è stata raggiunta la significatività statistica per due limiti: piccolo campione, due posture di pedalata che i ciclisti usualmente adottano, questo per far scatenare il LBP poiché è stato ritenuto più rilevante l'insorgenza dello stesso.</p> <p>Come cinematica spinale mostra una tendenza dei paz con LBP a utilizzare più rot e flessione del tratto lomb inferiore rispetto ai sog senza dolore che mostravano queste componenti maggiormente nel tratto sup. In generale la cinematica spinale non è variata dall'inizio fino all'insorgenza del dolore.</p> <p>Come attività EMG, mostrerebbe alterata e aumentata attività del multifido e retto addome a discapito dell'obliquo interno (tenendo conto dei limiti della metodica di valutazione EMG)</p>
<p>Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain</p> <p>E. Chalé at-Valayer 2011</p>	Capire la relazione tra l'allineamento sagittale (spino-pelvico) e la lombalgia.	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 198 sog con LBP cronico Gr Controllo: 709 controlli senza disordine spinale <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Valutazione del tratto spino-pelvico sagittale e misurazione e correlazione di vari parametri: sacral slope(SS), pelvic tilt (PT), pelvic incidence (PI), lumbar lordosis (LL), lumbar tilt (LT), lordotic levels, thoracic kyphosis (TK), thoracic tilt (TT), kyphotic levels, and lumbosacral joint angle (LSA).</p>	<p>Sono conservate le normali relazioni tra i parametri dell'allineamento spino-pelvico in soggetti con LBP. Differenze significative piccole si riscontrano tutti i parametri analizzati tranne PT, LL e kyphotic level in soggetti con LBP con p value dallo 0,02 (PI) fino a 10^{-18} (LSA).</p> <p>Una porzione significativamente maggiore di soggetti con LBP presenta una sacral slope piccola anormale ($<35^\circ$) e PI (pelvic incidence) associata ad una curva lordotica lombare lunga ma piccola, rispetto ai controlli.</p>
<p>Multi-segment analysis of spinal</p>	Confrontare la cinematica spinale (angolo e velocità	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 10 soggetti con LBP 	Differenze consistenti sia come ROM che velocità angolare tra i

<p>kinematics during sit-to-stand in patients with chronic low back pain</p> <p>G. Christe 2016</p>	<p>angolare) tra i pazienti con LBP cronico e soggetti sani durante il sit-to-stand utilizzando un modello pelvi-lombo-toracico con segmenti lombari inferiori e superiori. Caratterizzare pattern di movimento delle articolazioni lombare superiore e inferiore, toracica superiore e inferiore per identificare le caratteristiche utili a confrontare i movimenti del paziente e del controllo. Questo studio ha poi testato l'ipotesi che i pazienti LBP cronico eseguano il sit-to-stand con minor angolatura e velocità angolare rispetto ai sog del controllo.</p>	<p>cronico</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 11 soggetti sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Analisi cinematica colonna tramite un sistema di telecamere 3D durante esecuzione sit-to-stand. Sono stati analizzati ROM e velocità angolare di tratto lombare superiore e inferiore e tratto toracico inferiore e superiore.</p>	<p>sog LBP e il controllo. Nello specifico i paz LBP mostravano ridotto ROM in flessione nel tratto lombare superiore ($p=0.005$) e in estensione nel tratto lombare inferiore ($p=0.007$) durante l'esecuzione del sit to stand (flex-est-flex). La velocità di questi segmenti risulta anch'essa ridotta rispettivamente $p=0.008$ e $p=0.01$. Da notare che queste riduzioni di rom ($p=0.04$) e velocità ($p=0.02$) si notavano anche nel tratto toracico alto (quindi no compenso dal tratto toracico). Nella maggior parte dei casi l'esecuzione del test nei paz avveniva in assenza di dolore</p>
<p>Chronic low back pain patients walk with locally altered spinal kinematics</p> <p>G. Christe 2017</p>	<p>Caratterizzare i modelli angolari delle articolazioni lombare inferiore (LLS), lombare superiore (ULS), toracica inferiore (LTS) e toracica superiore (UTS) nei tre piani anatomici e a confrontare pazienti CLBP e soggetti asintomatici.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 11 pazienti con LBP cronico non specifico (da 30 a 50 anni) Gr controllo: 11 sog senza LBP <p>Tutti i paz avevano dolore nelle 24 h precedenti il test</p> <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Analisi cinematica Colonna tramite sistema motion capture 3D durante il cammino (uguale a quello dello studio sopra) con 19 markers.</p>	<p>I risultati hanno mostrato che i pazienti con CLBP presentavano un movimento nel piano frontale ridotto a livello lombare inferiore e suggerivano che i pazienti presentavano un movimento sul piano trasverso più asimmetrico nella zona toracica inferiore rispetto ai controlli. Nessuna significatività statistica solo tendenze.</p>
<p>Coordination of Spinal Motion in the Transverse and Frontal Planes During Walking in People With and Without Recurrent Low Back Pain</p> <p>J. Crosbie 2013</p>	<p>Indagare la coordinazione spinale durante il cammino a velocità preferita e veloce in soggetti senza dolore con e senza una storia di lombalgia ricorrente (LBP).</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 19 volontari (13 F e 6 M) Gr LBP: 19 sog LBP ricorrente (12 F e 7 M) <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Analisi cinematica della colonna con dispositivo di tracciamento elettromagnetico multisensoriale Mov eseguiti max flex, est e lat bending e max rot da seduto e poi camminata su un percorso di 8.5 m</p>	<p>Nessuna correlazione significativa tra l'intensità del sintomo e il ROM o la velocità di deambulazione nel gruppo LBP, ma questi soggetti erano significativamente più lenti durante le camminate veloci rispetto ai controlli ($P = 0,019$). No differenze nell'ampiezza assoluta del ROM anatomico o delle escursioni massime durante il cammino. Differenze significative tra i gruppi nell'orientamento segmentale a mid stance e suggeriscono un movimento limitato della pelvi ($P = 0.021$), che si traduce in una riduzione</p>

			dello spostamento lombare (rotazione $P < 0.025$) e toracico inf (latero-flessione e rotazione $P < 0.01$) nel gruppo LBP in questa fase.
<p>Comparison of the trunk-pelvis and lower extremities sagittal plane inter-segmental coordination and variability during walking in persons with and without chronic low back pain</p> <p>S. Ebrahimi 2017</p>	<p>studiare e confrontare l'ISC (inter-segmental coordination) e la variabilità della coordinazione degli arti inferiori in congiunzione con pelvi e tronco sul piano sagittale durante la deambulazione in pazienti NSCLBP e soggetti di controllo senza CLBP</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 20 soggetti di età compresa tra 18 e 40 anni:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr CLBP: 10 soggetti con LBP cronico non specifico (5 maschi, 5 femmine, età: $29,4 \pm 6,38$ anni) Gr Controllo: 10 soggetti senza LBP cronico (5 maschi, 5 femmine, età: $29,6 \pm 5,6$ anni) <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Gait analysis utilizzando un sistema di analisi del movimento a otto camere con 35 marcatori e chiedendo ai paz di effettuare un cammino di 8 m</p>	<p>-La velocità media di deambulazione preferita era significativamente più bassa nel gruppo CLBP rispetto al gruppo di controllo ($p < 0.001$).</p> <p>-La coordinazione tronco-bacino sui piani sagittale era significativamente più in fase (meno fuori fase) nel gruppo CLBP rispetto al gruppo di Controllo durante le fasi di stance ($P = 0.028$) e swing ($P = 0.008$) e inoltre, l'analisi ha indicato che il gruppo CLBP ha dimostrato una diminuzione della variabilità del CRP (continuous relative phase) in stance ($P = 0.049$) e swing ($P = 0.008$).</p> <p>- il gruppo CLBP, ha rivelato un pattern di coordinazione pelvi-coscia meno variabile a destra e sinistra su entrambe le fasi di stance e swing ($P < 0.05$). No significative differenze in coordinazione Gamba-coscia e gamba -piede</p>
<p>Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain</p> <p>S. P. Gombatto 2015</p>	<p>Determinare le differenze di ampiezza e simmetria nella cinematica della colonna lombare superiore e inferiore tra le persone con LBP e senza LBP durante il cammino e determinare le differenze nella cinematica della colonna lombare durante il cammino in sottogruppi di LBP basati sul movimento.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 18 soggetti con LBP Gr Controllo: 18 soggetti senza LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> analisi del movimento tridimensionale a 9 telecamere per misurare la cinematica della colonna lombare superiore e inferiore e la pelvi durante la deambulazione (10 m)</p> <p>*velocità cammino standardizzata per evitare possibili variazioni cinematiche dovute alla velocità del cammino. Anche se potrebbe aver ridotto la variabilità nel cammino</p>	<p>- Nel piano trasversale una minore rotazione lombare durante la deambulazione ($P = 0.05$) dei soggetti LBP rispetto al controllo.</p> <p>-Non c'erano differenze di gruppo nella cinematica della regione lombare nei piani frontale o sagittale.</p> <p>-Non c'erano differenze significative di sottogruppi nell'asimmetria del movimento durante la deambulazione.</p>
<p>Differences in kinematics of the lumbar spine and lower extremities between people with and without low back pain</p>	<p>Esaminare le differenze nella colonna lombare nelle 3 dimensioni e nella cinematica degli arti inferiori nelle persone con e senza LBP durante il compito funzionale di</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 18 sog Gr controllo: 17 sog <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> analisi del movimento tramite sistema</p>	<p>- Nel piano sagittale il gruppo LBP ha mostrato una maggiore flessione nella zona lombare superiore, durante il primo 25% dell'attività rispetto ai soggetti di controllo ($P < .01$) e una minore flessione nella zona lombare</p>

<p>during the down phase of a pick up task, an observational study</p> <p>S. P. Gombatto 2017</p>	<p>raccogliere un oggetto dal pavimento.</p>	<p>di acquisizione del movimento ottico tridimensionale a nove telecamere. I soggetti raccoglievano un oggetto da terra come farebbero naturalmente sia come velocità che scelta della mano.</p>	<p>inferiore ($P < 0,05$). -No differenze nel piano trasverso e frontale sia come ROM che come pattern di movimento. -Nella cinematica degli arti inferiori, il gr LBP mostrava maggior movimento a livello del ginocchio sul piano frontale ($P < 0,01$), mentre nessuna differenze significativa sul piano sagittale e trasverso</p>
<p>Gait Variability in Chronic Back Pain Sufferers With Experimentally Diminished Visual Feedback: A Pilot Study</p> <p>D. Hamacher 2016</p>	<p>Capire se diminuendo il feedback visivo sperimentalmente si ottenga un aumento della: variabilità del tempo del passo, della lunghezza del passo e della clearance minima del piede nei pazienti con CLBP rispetto a soggetti sani senza LBP.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr CLBP: 14 sog 59 ± 16 anni Gr controllo: 14 sog senza LBP 57 ± 15 anni <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Cammino di 25 m, una volta a velocità preferita e una seconda volta sempre a velocità preferita ma con occhiali progettati per simulare la distorsione visiva, la riduzione della visione periferica e la visione doppia. Analisi del cammino tramite sensori inerziali agli arti inf</p>	<p>I dati mostrano che un diminuito feedback visivo influenza la variabilità del tempo del passo (Controllo $p=0,026$, CLBP 0.007) e quella della lunghezza del passo ($p=0,001$ entrambi) nelle persone sane e nei pazienti CLBP, e che una differenza tra pazienti CLBP e controlli sani è osservabile nella variabilità della distanza minima dal piede ($p=0,001$) quando il feedback visivo è diminuito.</p>
<p>Non-specific chronic low back pain: differences in spinal kinematics in subgroups during functional tasks</p> <p>R. Hemming 2017</p>	<p>Valutare se soggetti con NSCLBP mostrano differenze cinematiche regionali spinali, rispetto a individui sani, durante compiti funzionali.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 50 sog NSCLBP: 23 AEP (active extension pattern, 27 FP (flexion pattern)) Gr controllo: 28 sog volontari senza LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I dati sono stati acquisiti utilizzando un sistema di analisi del movimento a otto telecamere durante nove compiti funzionali standardizzati [raggiungere, sedersi, alzarsi in piedi, salire e scendere, alzare la scatola, sostituire la scatola, piegarsi per recuperare (e tornare dal recupero) una penna dal pavimento]</p>	<p>Trovate differenze significative principalmente nella regione inferiore del torace (evidente in tutte le task $p=0,004, 0,002, 0,023, 0,016, 0,008, 0,007, 0,009, 0,006$; tranne quella del raggiungere qualcosa) tra il gruppo FP e AEP, la stessa significatività tra gruppo FP e sano (stand-to-sit e sit-to-stand e durante il piegarsi (e il ritorno da) per prendere una penna dal pavimento. Nella regione lombare superiore ($p=0,011, <0,001, <0,001, 0,001, 0,002, 0,002, 0,001, 0,005, 0,009$) tra FP e AEP. In entrambi i casi, il gruppo FP operava in modo consistente in una maggiore flessione toraco-lombare. Non sono state osservate differenze significative tra l'AEP e gruppi sani in nessuna regione spinale. Nessuna differenza significativa tra gruppo è stata osservata nelle regioni toracica superiore o inferiore lombare durante qualsiasi compito.</p>
<p>Energetics and mechanics of walking in patients</p>	<p>Confrontare la velocità di cammino preferita, i parametri biomeccanici e</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr CLBP: 13 uomini Gr controllo: 13 uomini sani 	<p>La velocità di deambulazione preferita era inferiore ($P < 0,05$) nei pazienti con CLBP, ma nessuna</p>

<p>with chronic low back pain and healthy matched controls</p> <p>Y. Henchoz 2015</p>	<p>quelli energetici del cammino a velocità diverse tra pazienti con CLBP e uomini sani abbinati individualmente per età, massa corporea e altezza.</p>	<p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> i soggetti hanno camminato sul tapis roulant fino all'identificazione della velocità preferita, poi analizzato il consumo di O₂ per 4 min prima in piedi e poi su tapis roulant a 5 velocità randomizzate con pausa di 5 min ogni test e dopo il test e di conseguenza anche l'equivalente metabolico e il costo energetico del cammino. Presi poi peso, altezza e BMI e lunghezza arti inf.</p>	<p>differenza significativa è stata osservata tra i gruppi nel lavoro meccanico, parametri spaziotemporali e costo energetico della deambulazione.</p>
<p>Differences in lumbar spine and lower extremity kinematics during a step down functional task in people with and people without low back pain</p> <p>A. Hernandez 2017</p>	<p>Esaminare la cinematica della colonna lombare, del bacino e degli arti inferiori durante un compito funzionale verso il basso tra le persone con e senza una storia di lombalgia.</p>	<p><u>POPOLZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 20 soggetti • Gr Controllo: 18 soggetti senza LBP. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> sistema di motion capture a nove telecamere per analizzare cinematica lombare e arti inf durante il task motorio di scendere da uno step</p>	<p>I soggetti con LBP hanno mostrato un movimento nel piano sagittale significativamente inferiore nella colonna lombare superiore (p= .038) e inferiore (p=.004). Nel piano frontale anch'esso significativamente inferiore (P = .031) per il tratto lombare inferiore. Nel piano trasversale riduzione significativa della rotazione al tratto lombare superiore (p=0.043). No differenze significative nella cinematica pelvica. Nella cinematica degli arti inferiori i soggetti con LBP hanno mostrato un maggiore movimento del piano frontale (P=0.001) e assiale (P=.001) al ginocchio.</p>
<p>Altered spatiotemporal characteristics of gait in older adults with chronic low back pain</p> <p>G. E. Hicks 2017</p>	<p>Determinare se ci sono differenze nei parametri spaziotemporali dell'andatura tra gli anziani con e senza CLBP durante il cammino autoselezionato e quello veloce e se una qualsiasi di queste caratteristiche dell'andatura è correlata con l'esecuzione di un compito impegnativo, ad es salire le scale.</p>	<p><u>POPOLZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr CLBP: 54 sog • Gr Controllo: 54 sog senza LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Valutazione dell'andatura tramite una passerella computerizzata di 4 m (velocità dell'andatura, lunghezza del passo, larghezza del passo, tempo di oscillazione, tempo di appoggio e tempo di supporto a doppio arto. Valutati e cronometrati nel salire e scendere 12 gradini</p>	<p>I risultati indicavano che gli adulti più anziani con CLBP camminavano più lentamente dei loro coetanei senza dolore a velocità sia auto-selezionata (p=0.003) che veloce (p=0.030), così come durante la salita (p=0.007) e discesa delle scale (p=0.016). Per le caratteristiche spazio-temporali l'unico dato significativo è stato la larghezza del passo (p=0. .034) aumentata nel CLBP nel cammino veloce. I CLBP tendono ad avere lunghezze di falcata più corte (p=0.001), maggiore larghezza del passo (p=0.035), tempi di stance più lunghi (p=0.021) e periodi più lunghi di doppio tempo di supporto (p=0. .009), oltre a velocità di deambulazione più</p>

			lente in generale (p=0.002). La larghezza del passo e il tempo di supporto a doppio arto erano significativamente associati con le prestazioni di salita e discesa della scala.
<p>Gait adaptations in low back pain patients with lumbar disc herniation: trunk coordination and arm swing</p> <p>Y. P. Huang 2011</p>	<p>Comprendere la natura e la causa dei problemi del cammino nel LBP, per identificare i mezzi per aiutare i pazienti a camminare con meno difficoltà</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 12 sog con LBP e ernia lombare diagnosticata Gr Controllo: 12 sog senza LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Gait analysis tramite bande di neoprene con gruppi di tre diodi emettitori di luce a infrarossi (LED) applicati sui vari punti di repere e registrati da una camera array 2x3. I soggetti hanno camminato su un treadmill a velocità crescenti (1,0, 2,5, 4,0 e 5,5 km / h), rispettivamente con passi normali, piccoli e grandi.</p>	<p>Durante il cammino su tapis roulant, i pazienti con LBP avevano rotazioni pelviche più grandi rispetto ai controlli (P = 0.04). Inoltre, a velocità più elevate / con passi più grandi, le rotazioni orizzontali del torace dei pazienti erano meno sfasate (più sincrone) con le rotazioni lombari (p=0.01) e pelviche (p=0.01) e con i movimenti pendolari delle gambe (p=0.02) riducendo l'ampiezza delle rotazioni della colonna vertebrale. Sempre a velocità elevate l'oscillazione del braccio era più sfasata rispetto al torace (p=0.03).</p>
<p>A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain</p> <p>H. J. Jo 2011</p>	<p>Confrontare la stabilità posturale concentrandosi sulla cinematica degli arti inferiori durante lo stare in piedi su una gamba in soggetti con e senza CLBP.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <p>54 soggetti arruolati:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 28 soggetti con LBP Gr Controllo: 26 soggetti senza LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I soggetti hanno eseguito il test su una gamba (test della cicogna) per 25s a occhi chiusi. I dati cinematici sono stati registrati da sei fotocamere digitali che acquisiscono campionamenti cinematici tridimensionali a corpo intero e una piastra di forza è stata utilizzata per registrare le forze di reazione al suolo e momenti di forza</p>	<p>I soggetti con LBP hanno dimostrato tempi di permanenza più brevi rispetto al controllo (p = 0.007). la stabilità relativa nella pelvi, nella coscia e nella gamba era significativamente più bassa nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti senza LBP durante il test di tenuta con la gamba dominante (p = 0.001).</p>
<p>Mechanical Perturbations of the Walking Surface Reveal Unaltered Axial Trunk Stiffness in Chronic Low Back Pain Patients</p> <p>M. R. Prins 2016</p>	<p>Valutare se la stiffness del tronco assiale è aumentata nell'andatura dei pazienti CLBP.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Cr controllo:15 sog senza LBP Cr LBP: 15 sog con LBP cronico <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I partecipanti hanno completato un processo di deambulazione non perturbato e una prova perturbativa rispettivamente di due e cinque minuti. Durante tutte le prove, i partecipanti hanno camminato a 3,8 km / h (1,06 m / s). Sono stati testati su un tapis roulant con implementato una piattaforma di movimento a sei gradi di libertà. Le perturbazioni</p>	<p>I risultati suggeriscono che la rigidità del tronco assiale non è aumentata nell'andatura nei pazienti con CLBP. Il timing alterato delle rotazioni del torace non sembra essere il risultato di una rigidità del tronco alterata.</p>

		consistevano in torsioni indotte tramite la pedana. Il cammino è stato registrato tramite dodici telecamere a infrarossi ad alta risoluzione.	
<p>Trunk and pelvic coordination at various walking speeds during an anterior load carriage task in subjects with and without chronic low back pain</p> <p>T. kim 2015</p>	Confrontare i patterns di coordinazione del tronco e del bacino nel piano trasversale tra soggetti sani e pazienti con lombalgia cronica durante un compito di trasporto del carico anteriore a varie velocità di camminata.	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr controllo: 10 sani Gr CLBP: 10 soggetti con LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I dati cinematici nel piano trasversale raccolti utilizzando il sistema di movimento con sei telecamere a infrarossi. Ai partecipanti è stato chiesto di portare un carico anteriormente pari al 10% del loro peso corporeo a 3 diverse velocità.</p>	i pazienti con CLBP usano diversi schemi di coordinazione della rotazione trasversale del tronco e del bacino durante un compito di trasporto anteriore. I pazienti con CLBP mostrano una ridotta CRP (continuous relative phase) ($p < 0.05$) rispetto il controllo, indicando che spostano il tronco e il bacino come una unità e maggiormente "in fase", suggerendo che non possono controllare il bacino per mantenere una velocità di marcia costante durante un compito di trasporto anteriore.
<p>Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis</p> <p>R. A Laird 2014</p>	indagare sistematicamente e confrontare le differenze tipiche del movimento lombo-pelvico tra persone con e senza LBP, concentrandosi su ROM, sequenza di movimento e velocità, una misura relativa alla propriocezione (precisione di posizionamento / riposizionamento), angoli di inclinazione pelvica (in piedi e seduti) e contributi segmentali del corpo al movimento (contributo lombari contro anca). Hanno anche confrontato le differenze di variabilità tra i due gruppi.	<p><u>STUDI SELEZIONATI:</u> 45 articoli</p> <p><u>POPOLAZIONE:</u> suddivisa in vari sottogruppi per analizzare diverse variabili tra i soggetti con LBP e quelli senza LBP: lordosi, ROM, contributo lombare-anca nella flessione-estensione, pelvic tilt- angolo di inclinazione e posizione relativa, propriocezione, velocità/accelerazione e variabilità tra i gruppi.</p>	<p><u>LORDOSI:</u> No differenze significative tra LBP e controllo.</p> <p><u>ROM:</u> differenze significative per riduzione del rom in flessione ($p = 0,0002$), estensione ($p < 0,0001$), flessione laterale ($p = 0,0004$) e rotazione ($p = 0,0004$) dei soggetti LBP rispetto al controllo noLBP.</p> <p><u>CONTRIBUTO LOMBARE-ANCA NELLA FLESSO-ESTENSIONE:</u> No differenze significative tra i gruppi.</p> <p><u>PELVIC TILT- ANGOLO DI INCLINAZIONE E POSIZIONE RELATIVA:</u> No differenze significative</p> <p><u>VELOCITÀ/ACCELERAZIONE:</u> Una notevole e significativa diminuzione della velocità ($p = 0,00001$) nei sog LBP rispetto al controllo.</p> <p><u>PROPRIOCEZIONE:</u> riduzione consistente, ampia e significativa della capacità di riposizionare accuratamente la colonna vertebrale ad angoli pre-specificati per le persone con LBP rispetto a quelli senza LBP ($p < 0,00001$)</p> <p><u>VARIABILITÀ TRA I GRUPPI:</u> variabilità significativamente maggiore in sogg LBP rispetto a persone senza LBP in flessione (95% CI > 1.31), flessione laterale (95% CI > 1.31), rotazione (95% CI > 1.20), e velocità /</p>

			accelerazione (95% CI>1.28).
<p>Pelvis-Thorax Coordination in the Transverse Plane During Walking in Persons With Nonspecific Low Back Pain</p> <p>C. J. C. Lamoth 2002</p>	<p>Ottenere informazioni sulle conseguenze dell'LBP per l'andatura e di identificare misure clinicamente utili per caratterizzare la qualità del camminare nei pazienti con LBP. In particolare, è stato condotto un esperimento per esaminare l'effetto della velocità di marcia sulle rotazioni trasversali del bacino e del torace durante l'andatura in pazienti con LBP cronico non specifico</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 39 persone (27 donne, 12 uomini, età media 38 anni, range 22-57 anni) con LBP cronico non specifico Gr controllo: 19 persone sane (9 donne, 10 uomini, età media 41 anni, range 22-65 anni) <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>L'esperimento è stato eseguito su un tapis roulant. Le rotazioni del bacino e del torace sono state registrate nel piano trasversale mediante l'uso di un sistema di registrazione del movimento del marcatore attivo. La velocità del tapis roulant è stata aumentata in modo sequenziale in incrementi di 0,8 km / h da 1,4 km / h fino a un massimo di 5,4 km / h, consentendo ai partecipanti di abituarsi a ciascun livello di velocità superiore in modo uniforme</p>	<p>la velocità di camminata dei pazienti con LBP era significativamente inferiore (P <0.001) al controllo. I dati indicano nei soggetti di controllo una coordinazione "in fase" tra pelvi e torace solo a basse velocità di deambulazione. Quando la velocità di marcia aumentava dopo circa 3,8 km / h, la coordinazione pelvi-torace nel piano trasversale passava gradualmente verso una coordinazione più antifasica. Questo cambiamento di coordinazione indotto dalla velocità era marcatamente meno importante nei pazienti con LBP (P= 0.001). In diversi pazienti la coordinazione "in fase" è rimasta presente a tutte le velocità di cammino (P < 0.05). A livello delle singole rotazioni segmentali non ci sono state particolari differenze.</p>
<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</p> <p>Christian Lariviere 2000</p>	<p>Valutare l'effetto del sollevamento di un carico esterno sulla coordinazione delle sezioni del tronco (bacino, lombare e porzione toracica) per i soggetti con e senza CLBP durante l'attività di flessione-estensione e flessione laterale.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 18 soggetti sani Gr CLBP: 15 sog con NSLBP. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>5 videocamere sincronizzate sono state utilizzate per raccogliere le posizioni del marker bidimensionali (2D) (10 markers). A ciascun soggetto è stato chiesto di flettersi completamente in un piano sagittale (flettersi avanti con o senza una scatola da 12 kg) o frontale (flettersi lateralmente a destra o sinistra con o senza un peso da 12 kg) e ritornare alla posizione di partenza. I sei compiti sono stati randomizzati.</p>	<p>I soggetti normali e CLBP hanno cambiato i loro movimenti lombari e toracici quando veniva trasportato un carico, ma quel cambiamento era simile tra i gruppi. Nessuna differenza significativa è stata trovata tra i gruppi per il contributo della pelvi. La flessione totale del tronco non era significativamente diversa tra i gruppi ma il contributo lombare alla flessione era significativamente più piccolo (p=0.01) (di circa 7 ° alla fine della flessione) per i pazienti con CLBP rispetto ai soggetti normali. Inversamente, il contributo toracico alla flessione è stato significativamente più elevato (p=0.02) (di circa 5 ° alla fine della flessione) per i pazienti con CLBP rispetto ai soggetti normali. Le variabili cinematiche non erano significativamente differenti tra i gruppi per il compito di flessione laterale.</p>
<p>Influence of Pain Distribution on Gait Characteristics in Patients With Low</p>	<p>Valutare l'influenza della distribuzione del dolore su GRF (ground reaction force) verticale di pazienti con problemi di lombari</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 20 sogg sani Gr BPO: 20 sog con LBP limitato alla zona lombare Gr LGP: 20 sog con LBP con dolore 	<p>-No differenze significative tra BPO e controlli per quanto riguarda la GRF verticale. A velocità preferita camminano più lentamente dei controlli</p>

<p>Back Pain</p> <p>C. E. Lee 2007</p>	<p>durante 2 condizioni di velocità a piedi: velocità preferite e più veloci.</p>	<p>riferito alla gamba.</p> <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Tutti i partecipanti hanno camminato su una passerella sopraelevata con una piattaforma di forza. Il peso corporeo è stato ottenuto dalla piattaforma di forza durante uno studio statico verticale. Per tutte le prove di deambulazione, i partecipanti hanno percorso una distanza marcata di 7,62 m sulla pedana in 2 condizioni di velocità di camminata auto-selezionate: preferite e più veloci</p>	<p>($p < 0.0005$) ma con cammino veloce riescono comunque ad eseguire il task. No differenze significative per il GRF tra BPO e controllo ad entrambe le velocità. - Il gr LGP camminano più lentamente rispetto il gr controllo in entrambe le condizioni di velocità di camminata ($P = 0.002$, $P = 0.002$). Inoltre, mostrano una riduzione significativa del GRF verticale ($p = 0.008$, $P = 0.003$) a velocità di camminata preferita, ma non con cammino veloce.</p>
<p>Comparison of 3D spinal motions during stair-climbing between individuals with and without low back pain</p> <p>J. K. Lee 2011</p>	<p>Indagare le differenze dei movimenti spinale dinamici durante lo stair climbing (SC) tra un gruppo LBP e un gruppo di controllo sano.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 10 sog con LBP • Gr Controllo: 10 sog sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Il test SC era diviso in un singolo step SC (SSC), dove i soggetti salivano un passo alla volta, e un doppio step SC (DSC), dove i soggetti coprivano due scalini in un solo passo. test sono stati eseguiti su una scala esterna composta da 13 gradini, ciascuno dei quali è lungo 30 cm e alto 17 cm. Per l'analisi della cinematica 3D della colonna sono stati utilizzati due sottosistemi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la parte di misurazione spinale di movimento che consisteva di tre sensori inerziali / magnetiche attaccate sulla pelle del soggetto. • per il rilevamento del ciclo di falcata, due sensori sono stati attaccati su ciascuna gamba sopra la caviglia. 	<p>I risultati hanno mostrato una riduzione della flessione-estensione lombare statisticamente significativa tra LBP e gruppo di controllo sia nel task con singolo step ($p = 0.034$) sia in quello di doppio step ($p = 0.032$) nel piano sagittale e non negli altri due piani di movimento.</p>
<p>Spine Kinematics During Prone Extension in People With and Without Low Back Pain and Among Classification-Specific Low Back Pain Subgroups</p> <p>B. Mazzone 2016</p>	<p>Determinare le differenze nella cinematica della colonna vertebrale durante l'estensione prona tra soggetti con e senza LBP. Un'analisi esplorativa è stata condotta per esaminare le differenze cinematiche tra i sottogruppi di LBP.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 14 maschi, 21 femmine), $26,9 \pm 11,1$ anni, hanno partecipato.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 18 Soggetti avevano LBP • Gr Controllo: 17 soggetti sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> sistema di analisi del movimento ottico tridimensionale a nove telecamere. I soggetti eseguivano un'estensione da prono a velocità preferita fino al massimo ROM consentito</p>	<p>no differenze tra i gruppi LBP e sani nell'estensione generale della colonna, ma la distribuzione del movimento differiva tra gruppi. In particolare, i soggetti con LBP hanno mostrato un movimento del piano sagittale minore nella regione lombare inferiore ($P < .01$) rispetto ai soggetti di controllo. L'estensione lombare inferiore si è verificata durante le prime fasi (0-50%) del movimento di estensione prona nei soggetti con LBP rispetto al controllo che aveva una estensione ugualmente</p>

			distribuita durante tutto l'arco di movimento.
<p>Regional differences in lumbar spinal posture and the influence of low back pain</p> <p>T. Mitchell 2008</p>	<p>determinare:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. se esistono differenze regionali (LLx-Lower Lumbar / ULx-Upper Lumbar) nel piano sagittale; angoli posturali statici, range di movimento e angoli spinali dinamici durante le attività funzionali. 2. se la natura di queste differenze è simile nei soggetti con e senza una storia di LBP. 	<p>POPOLAZIONE: 170 soggetti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 36 sogg senza LBP • Gr Significant LBP: 53 soggetti con LBP (Vas >4, richiesta di medicalizzazione o riduzione attività negli ultimi 12 mesi in %, Nordic LBP Questionnaire > 1 settimana, ODI > 20%) • Gr Minor LBP: 81 sogg con LBP (tutti quelli che non rientrano nel Gr Significant LBP). <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Le posture statiche sono state rilevate nelle posizioni usuali dei soggetti dello stare in piedi e seduti. Misurato il ROM sul piano sagittale dalle due posizioni usuali alle posizioni di: slumped sitting, sway stanting (stare in piedi ed effettuare una antiversione di bacino), massima flessione in avanti e massima estensione, raccogliere una penna e una scatola (5kg), spostare un cuscino e una scatola (5kg), squat.</p>	<p>La postura LLx non è direttamente correlata alla postura ULx e la conoscenza del movimento in una regione non informa sul movimento nell'altra. Alcune differenze regionali negli angoli spinali sono influenzate dal BMI, sostenendo che la distribuzione del peso ha un'influenza sulla postura e sul movimento spinale. Gli angoli di postura statica, ROM e gli angoli spinali dinamici durante i compiti funzionali non sono stati influenzati da LBP, non mostrando alcuna differenza statisticamente significativa tra i 3 gruppi.</p>
<p>Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running</p> <p>R. Müller 2015</p>	<p>Il presente studio si concentra su come la lombalgia cronica non specifica causi modificazioni nel movimento degli arti inferiori e del tronco, nella camminata e nella corsa livellate e irregolari.</p>	<p>POPOLAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr CLBP: 11 sog con LBP cronico non specifico • Gr Controllo: 11 sog sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>tutti i soggetti hanno camminato e poi corso lungo una passerella di 17 metri con due piastre di forza consecutive al centro. velocità di camminata e di corsa libere, ma dovevano assicurarsi che si muovessero in modo naturale con velocità costante e centrassero il piede destro sul primo e il piede sinistro sulla seconda piastra di forza.</p> <p>Dopo hanno ripetuto cammino e corsa su una passerella irregolare su una piastra di forza ad altezza variabile.</p> <p>Tutte le prove sono state registrate con otto telecamere da un sistema a infrarossi 3D</p>	<p>VELOCITÀ CAMMINO E CORSA: Durante il cammino il gruppo CLBP riduceva significativamente la velocità sia in condizione livellata ($p < 0.01$) che irregolare ($p < 0.01$). No differenze durante la corsa in entrambe le condizioni.</p> <p>LUNGHEZZA DEL PASSO: No differenze significative sia nel cammino che nella corsa.</p> <p>CAMMINO LIVELLATO: l'ampiezza della rotazione della pelvi è stata significativamente ridotta ($p = 0.00$) mentre era aumentato l'angolo del ginocchio al momento del contatto al suolo ($p = 0.03$).</p> <p>CAMMINO IRREGOLARE: Stessi cambiamenti significativi per rotazione pelvica ($p = 0.00$) ed estensione ginocchio ($p = 0.00$) con l'aggiunta di un aumento significativo dell'inclinazione del tronco sul piano sagittale ($p = 0.00$).</p> <p>CORSA LIVELLATA: Nessuna differenza significativa per la cinematica. Se non per rotazione pelvica ($p = 0.00$) e del tronco ($p = 0.00$)</p>

			CORSA IRREGOLARE: l'ampiezza delle rotazioni di pelvi (p=0.00) e tronco (p=0.00) è diminuita significativamente nel gr CLBP, e l'angolo del ginocchio era più esteso (p=0.00).
Dynamic adjustments of walking behavior dependent on noxious input in experimental low back pain R. Moe-Nilssen 1999	Esplorare se le accelerazioni della parte bassa della schiena durante la deambulazione fossero temporaneamente attenuate dalla lombalgia indotta sperimentalmente rispetto al normale camminare.	<u>POPOLAZIONE:</u> 23 soggetti (3 uomini e 20 donne) (26± 7,5) <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Tramite un accelerometro piezoresistente triassiale. Dopo l'iniezione di soluzione salina ipertonica nel muscolo longissimus dorsi, i soggetti sono stati invitati a camminare avanti e indietro per una distanza alla loro velocità preferita fino allo scomparire del dolore. La durata del test per ciascun soggetto era di circa 15 minuti scalzi. La distanza a piedi era di 12 m	C'è stata una significativa riduzione dell'accelerazione media lombare da pre-dolore a max-dolore per la somma vettoriale (p=0.005) e gli assi antero-posteriore e medio-laterale (p=0.002), ma non per l'asse verticale (p=0.12).
Changes in Lumbar Movement in People With Low Back Pain Are Related To Compromised Balance N. W. Mok 2011	Indagare il movimento della colonna vertebrale lombare e la qualità del recupero posturale in risposta a perturbazioni posturali inaspettate nelle persone con LBP.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 11 soggetti sani • Gr LBP: 11 soggetti con LBP cronico <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> sistema di analisi del movimento elettromagnetico. Le forze di reazione a terra (GRF) sono state rilevate utilizzando una piattaforma di forza. I soggetti sono stati bendati e hanno ascoltato un rumore bianco con le cuffie per ridurre al minimo qualsiasi segnale visivo o uditivo al rilascio del peso. I soggetti erano rilassati e venivano incoraggiati a mantenere lo stesso carico di peso stando su una superficie piana o su un blocco di 12 cm tenendo una scatola in cui veniva fatto cadere un peso.	No differenze per inizio della traslazione lombare durante il task, invece c'era un ritardo nell'inizio della flessione lombare che si verificava significativamente più tardi dopo il contatto col carico nel gruppo LBP (P<0.001). Inoltre, a questo era associato un tempo più lungo per il recupero posturale (p<0.001) e un maggior numero di aggiustamenti posturali (p<0.001). Notato un effetto significativo di ritardo di inizio del movimento di flessione nel gr LBP sulla base ristretta rispetto al controllo (p<0.001)
Trunk coordination in healthy and chronic nonspecific low back pain subjects during repetitive flexion-extension tasks: Effects of movement asymmetry, velocity and load H. R. Mokhtarinia	Confrontare il pattern di coordinamento e la variabilità del coordinamento tra individui con lombalgia cronica non specifica (CNSLBP) e soggetti di controllo sani durante movimenti ripetuti di flessione-estensione del tronco	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 22 persone di sesso maschile con LBP cronico non specifico • Gr controllo: 22 controlli maschi sani. <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Ai partecipanti è stato chiesto di eseguire 30 cicli di ripetizioni di flessione-estensione di tronco a tempo con un metronomo in varie condizioni di asimmetria del tronco, velocità e	Il gr LBP mostrava valori MARP (mean absolute relative phase) significativamente ridotti (p=0.005) rispetto al controllo, cioè movimento più in fase. Ad alte velocità il gr controllo mostrava differenze significative tra le condizioni di flessione-estensione asimmetrica e quella simmetrica (p<0.001), al contrario del gr LBP che mostrava schemi pressoché simili, indicando schemi di movimento più rigidi.

2016		<p>carico. Il compito richiedeva ai soggetti di toccare un obiettivo in flessione all'altezza del ginocchio con entrambe le mani tenute insieme. Sono tornati in posizione verticale fino a quando non è stato possibile vedere un segno sul muro a livello degli occhi. Il compito sperimentale consisteva in tre condizioni, ciascuna a due livelli (totale di otto prove) e ogni prova consisteva in 30 cicli di flesso-estensione. Le tre condizioni includevano flesso-estensione sagittale simmetrica e asimmetrica (con rotazione destra per toccare il bersaglio), due velocità (alta e bassa); rispettivamente a 20 e 40 cicli al minuto (CPM), e due condizioni di carico con e senza indossare un giubbotto da 8 kg. I dati cinematici sono stati raccolti utilizzando un sistema di analisi video-motion 3D a 6 telecamere</p>	
<p>Differences in lumbopelvic motion between people with and people without low back pain during two lower limb movement tests</p> <p>S. A. Scholtes 2009</p>	<p>Esaminare i tempi del movimento lombo-pelvico tra persone con e senza LBP durante due test di movimento degli arti inferiori attivi.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 41 soggetti senza LBP che effettuano sport con rot • Gr LBP: 50 soggetti con LBP che effettuano sport con rot e che attribuiscono il LBP allo sport praticato. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I soggetti hanno completato i test di flessione attiva del ginocchio in posizione prona (KF) e rotazione interna dell'anca attiva in posizione prona (HLR). I dati cinematici sono stati raccolti utilizzando un sistema di cattura del movimento a sei videocamere 3D. Marcatori riflettenti sono stati posizionati su punti di riferimento del tronco, del bacino e degli arti per catturare il movimento di arti e lombo-pelvici.</p>	<p>I soggetti del gr LBP hanno dimostrato un minore angolo di flessione massima del ginocchio ($P=0.003$), un maggiore angolo massimo di rotazione lombo-pelvica ($P=0.009$) e una precoce rotazione lombo-pelvica ($P=0.029$) durante la KF. Nel HLR non ci sono state differenze nell'angolo massimo di rotazione laterale d'anca, ma il Gr LBP mostrava un maggior angolo massimo di rotazione lombo-pelvica ($P=0.022$) e una precoce rotazione lombo-pelvica ($P=0.013$).</p>
<p>Influence of Low Back Pain Status on Pelvis-Trunk Coordination During Walking and Running</p> <p>J. F. Seay 2011</p>	<p>Valutare le escursioni segmentali tridimensionali del bacino e del tronco e le differenze di coordinazione durante la camminata e la corsa tra i corridori con lombalgia (LBP), i corridori con LBP risolti e un gruppo di controllo senza storia di</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 14 soggetti (8 uomini, 6 donne) che avevano sperimentato LBP per almeno 4 mesi. • Gr RES: 14 soggetti (9 uomini, 5 donne) che si sono ripresi dai sintomi della LBP che hanno interessato l'allenamento, ma sono durati meno di 6 settimane e hanno corso senza dolore per 	<p>L'unico effetto significativo per quanto riguarda il ROM segmentale è stato trovato per un aumento della rotazione assiale della pelvi durante la corsa nel Gr LBP rispetto al gruppo CTR ($p=0.014$) e RES ($p<0.05$). Nel cammino, il Gr LBP ha trascorso più tempo in coordinazione "in fase" nella flessione laterale rispetto al gr</p>

	LBP.	<p>almeno 6 mesi al momento dello studio.</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo (CTR): 14 soggetti (6 uomini, 8 donne) che non hanno mai sperimentato LBP. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I dati cinematici tridimensionali sono stati raccolti utilizzando otto telecamere ad alta velocità. Marcatori riflettenti sono stati posizionati per tracciare il movimento degli arti inferiori e del bacino e tronco. I partecipanti hanno iniziato a camminare su un tapis roulant a 0,8 m / s, e la velocità è stata sistematicamente aumentata con incrementi di 0,5 m / sa 3,8 m / s. Ogni fase è durata 30 sec e i dati sono stati raccolti negli ultimi 20 s. I partecipanti sono stati istruiti a passare da una marcia all'altra quando si sentivano a proprio agio nel farlo, man mano che la velocità del tapis roulant aumentava.</p>	<p>CTR (P=0.03). Durante la corsa, il gruppo LBP ha trascorso più tempo nella coordinazione "in fase" sul piano trasversale (rotazione assiale) rispetto al gruppo CTR (P = 0.019), ma nessun altro cambiamento è stato osservato nel piano di movimento durante la corsa o la deambulazione. Anche il gruppo RES ha trascorso più tempo in fase rispetto al gruppo CTR durante la corsa, ma non ha raggiunto la significatività (P = 0.106) In generale i gruppi LBP e RES hanno entrambi dedicato meno tempo alla coordinazione antiphase rispetto al gruppo CTR sul piano sagittale.</p>
<p>Low back pain status affects pelvis-trunk coordination and variability during walking and running</p> <p>J. F. Seay 2011</p>	<p>Confrontare la coordinazione e la variabilità di coordinazione tra bacino e tronco di tre gruppi di corridori (LBP corrente, LBP risolti e controlli sani) come la velocità di locomozione aumentata da una camminata lenta a una corsa veloce</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> Tre gruppi di corridori ricreativi, di età compresa tra i 18 e i 40 anni che hanno corso per almeno 20 km / settimana. Il gruppo LBP (n = 14) aveva sperimentato LBP per almeno 4 mesi. Il gruppo risolto (RES) (n = 14) si era ripreso dai sintomi della LBP che hanno interessato l'allenamento, ma è durato meno di sei settimane, e sono stati eseguiti senza dolore per almeno sei mesi al momento dello studio. Il gruppo rimanente non aveva mai sperimentato LBP (gruppo CTR, n = 14).</p> <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I dati cinematici tridimensionali sono stati raccolti utilizzando otto telecamere ad alta velocità a 240 Hz. I partecipanti camminavano e correvano su un tapis roulant che si interfacciava col computer delle telecamere. I partecipanti hanno quindi iniziato a camminare a 0,8 m / se la velocità è stata sistematicamente aumentata con incrementi di 0,5 m / sa 3,8 m / s. I partecipanti sono stati istruiti a passare da una camminata a una corsa quando si sentivano a</p>	<p>il gruppo LBP mostrava un coordinamento significativamente più in fase (P = 0.029) rispetto al gruppo CTR. il gruppo LBP ha mostrato più coordinamento in fase rispetto al gruppo RES; mentre questo confronto non ha raggiunto però la significatività statistica durante il cammino nel piano frontale. il gruppo LBP mostrava una riduzione della coordinazione (più in fase) rispetto al gruppo RES (P = 0,021) e il gruppo CTR (P = 0,025) durante la corsa sul piano trasversale. il gruppo LBP ha chiaramente dimostrato una diminuzione della variabilità del coordinamento assiale del tronco pelvico rispetto ai corridori che non avevano mai sperimentato LBP</p>

		proprio agio nel farlo, man mano che la velocità del tapis roulant aumentava.	
Disorders in trunk rotation during walking in patients with low back pain: a dynamical systems approach R. W. Selles 2001	Introdurre uno strumento di valutazione per i disturbi del cammino in pazienti con lombalgia. Indagare se i modelli di deambulazione nei pazienti con lombalgia differiscono da quelli dei soggetti di controllo.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 6 pazienti con LBP Gr Controllo: 6 soggetti sani senza LBP <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> <p>La velocità di cammino confortevole è stata determinata e i dati sono stati raccolti per 1 minuto. Il tapis roulant è stato avviato a 0,17 m / s. La velocità del tapis roulant è stata aumentata da 0,17 a 1,5 m / s in incrementi di 0,22 m / s, o fino a quando i soggetti a velocità massima raggiungibile dal soggetto.</p> <p>Le rotazioni di bacino e torace nel piano trasversale sono state registrate con un sistema di telecamere utilizzando marcatori a T appositamente progettati</p>	Alle velocità di deambulazione inferiori, il modello di andatura è caratterizzato da un accoppiamento in fase tra il torso superiore e inferiore. Alle velocità di camminata più elevate, il tronco superiore e inferiore si spostano sfasati. La sensibilità della dinamica di fase relativa è stata sostenuta da differenze statisticamente significative tra i gruppi ($P < 0.001$). Un altro risultato importante dello studio è stato che mentre il coordinamento nei soggetti di controllo era relativamente uniforme, il gruppo di pazienti ha rivelato chiare differenze individuali.
Effect of Low Back Pain on the Kinematics and Joint Coordination of the Lumbar Spine and Hip During Sit-to-Stand and Stand-to-Sit G. L. K. Shum 2005	Esaminare le differenze nella cinematica e la coordinazione articolare della colonna vertebrale lombare e delle anche durante il sit-to-stand e stand-to-sit tra soggetti sani e pazienti con lombalgia subacuta (LBP).	<u>POPOLAZIONE:</u> <p>80 volontari suddivisi nei seguenti tre gruppi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gruppo 1: 20 soggetti asintomatici robusti, Gruppo 2: 30 soggetti con LBP che presentano un test SLR negativo, Gruppo 3: 30 soggetti con LBP e segno SLR positivo. <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> <p>è stato utilizzato un dispositivo con una sorgente che genera un campo magnetico a bassa frequenza che viene rilevato dai sensori per misurare i movimenti di rachide lombare e anca.</p> <p>I partecipanti erano seduti su uno sgabello senza braccioli né schienale. A loro è stato chiesto di guardare avanti con una postura eretta e le braccia libere lungo il corpo.</p> <p>I partecipanti sono stati istruiti ad alzarsi liberamente alla loro comoda velocità e quindi mantenere una postura eretta comoda per 3 secondi.</p>	i soggetti nei gruppi 2 e 3 mostravano limitazioni significative ($P < 0.05$) nella flessione sia all'anca che al tratto lombare rispetto ai soggetti asintomatici durante il sit-to-stand. No differenze tra il gruppo 2 e 3. Anche le velocità dell'anca e della lombare durante la flessione-estensione sono risultate significativamente ridotte ($P < 0.05$) nei gruppi 2 e 3 rispetto al controllo sano. Il rapporto medio dei movimenti lombari e dell'anca per il gruppo 1 era di circa 0,5; il contributo totale del rachide lombare era circa la metà di quello dell'anca. Per i gruppi 2 e 3, i rapporti medi erano rispettivamente di 0,40 e 0,38, significativamente inferiori rispetto al gruppo 1 ($P < 0,05$), suggerendo che il rachide lombare contribuiva meno al movimento totale nei soggetti sintomatici nel sit-to-stand. Nel stand-to-sit i risultati sono simili a quelli del sit-to-stand: i soggetti dei gruppi 2 e 3 hanno mostrato limitazioni significative nella flessione lombare e dell'anca rispetto ai soggetti

			asintomatici (P<0.05). Anche la velocità di flessione dell'anca e della rachide lombare è risultata significativamente ridotta per quelli con LBP rispetto ai soggetti asintomatici (P<0.05). In tutte queste variabili non c'erano differenze significative tra i gruppi 2 e 3.
<p>Movement coordination of the lumbar spine and hip during a picking up activity in low back pain subjects</p> <p>G. L. K. Shum 2006</p>	<p>investigare gli effetti del LBP sub-acuto non specifico e dei sintomi della radice nervosa manifestati come limitazione dell'SLR sulla cinematica della colonna lombare e delle articolazioni dell'anca mentre si raccoglie un oggetto in posizione seduta.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 80 soggetti: Gr 1: 20 soggetti sani senza storia di mal di schiena o dolore correlato nei precedenti 6 mesi. I gruppi 2 e 3 consistevano in 15 soggetti con lombalgia (LBP) sul lato sinistro e destro, con un test SLR negativo. I gruppi 4 e 5 comprendono ciascuno 15 soggetti con LBP con un test SLR positivo sulla gamba sinistra e destra, rispettivamente.</p> <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I movimenti della colonna vertebrale lombare e dei fianchi sono stati misurati dal 3SPACE Fastrak. Sono stati utilizzati quattro sensori per misurare i movimenti della colonna lombare e delle anche. Ogni partecipante era seduto su uno sgabello senza bracciolo né schienale. I soggetti partono da una posizione seduta eretta guardando direttamente in avanti, con la colonna lombare in posizione neutra e le anche flesse e le braccia libere. I partecipanti dovevano piegarsi in avanti per raccogliere due oggetti leggeri (massa = 0,5 kg), situati 30 cm lateralmente e 30 cm anteriori al tallone su entrambi i lati del corpo. La mano destra è stata utilizzata per raccogliere gli oggetti su entrambi i lati, e quindi le due attività di raggiungimento (ipsilaterale e controlaterale) rappresentavano due diversi gruppi di movimenti.</p>	<p>I soggetti sintomatici, in particolare quelli con SLR positiva (Gruppo 5), presentavano limitazioni significative rispetto ai soggetti asintomatici per la flessione lombare (sia ipsi che contro) e entrambe le anche (sia ipsi che contro) (P<0.05). Quando raccoglievano dal lato ipsilaterale, il range di rotazione assiale destra lombare e adduzione dell'anca sinistra era significativamente maggiore in tutti i soggetti con dolore lombare (P<0.05). Invece per la raccolta dal lato controlaterale, l'adduzione dell'anca destra era significativamente maggiore nei soggetti sintomatici (Gruppi da 2 a 5) rispetto ai soggetti asintomatici (P<0.05). In generale, c'è voluto più tempo per i soggetti con lombalgia per raccogliere un oggetto da entrambi i lati destro e sinistro in posizione seduta (P<0.05).</p>
<p>Three-Dimensional Kinetics of the Lumbar Spine and Hips in Low Back Pain Patients During Sit-to-Stand and Stand-to-Sit</p>	<p>Indagare gli effetti del mal di schiena, con e senza limitazione in un SLR, sulla cinetica della colonna lombare e delle articolazioni dell'anca durante il sedersi e alzarsi dalla posizione seduta.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 60 soggetti sono stati reclutati: Gruppo 1: non avevano precedenti di mal di schiena che richiedessero cure o cure mediche nei 6 mesi precedenti. Gruppi 2 e 3: hanno dolore alla schiena subacuto o dolore alle natiche legato alla schiena (durata tra 7 giorni e 12 settimane) con dolore alla</p>	<p>-Diminuzione dei momenti del piano sagittale lombare, ma un aumento del momento di rotazione assiale in LBP (P<0.05). Inoltre, la potenza di picco e l'assorbimento erano inferiori nei soggetti LBP durante entrambe le attività (P<0.05). -Diminuzioni significative nel</p>

<p>G. L. K. Shum 2007</p>		<p>schiena come componente primaria, il dolore è di intensità sufficiente da richiedere attenzioni mediche o trattamenti ma non che non garantisca il riposo notturno completo o richieda il ricovero in ospedale.</p> <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Due serie di 3SPACE Fastrak sono state utilizzate per misurare i movimenti dei segmenti. Due piastre di forza sono state utilizzate per misurare le forze di reazione a terra durante l'attività. I partecipanti erano seduti su uno sgabello senza braccioli né schienale. Lo sgabello forniva sostegno dalle tuberosità ischiatiche alla metà delle cosce. I partecipanti dovevano guardare avanti con una postura eretta e le braccia distese lungo il corpo. Sono stati istruiti ad alzarsi liberamente alla loro comoda velocità e quindi mantenere una postura eretta confortevole per 3 secondi. Dopodichè sedersi sulla sedia alla loro comoda velocità.</p>	<p>range massimo di movimento della colonna lombare e delle anche bilaterali durante il sit-to-stand e lo stand-to-sit nei soggetti LBP (P<0.05). -La coordinazione del tratto lombare-anca era significativamente diversa (P<0.05) nei soggetti con LBP (la colonna vertebrale lombare segue con un margine di movimento più piccolo durante la prima fase e ritarda in misura significativamente maggiore (P<0.05) durante la seconda fase nel sit-to-stand, mentre nello stand-to-sit la lombare segue l'anca in misura maggiore rispetto ai soggetti asintomatici durante la fase iniziale (P<0.05), ma tutti i soggetti mostrano una sincronizzazione simile durante l'ultima fase del movimento). -I momenti muscolari netti che agiscono sulla colonna vertebrale lombare e sulle anche sono significativamente diminuiti (P<0.05) nel piano principale di movimento (il piano sagittale) ma aumentati nei piani frontale e trasversale nei gruppi 2 e 3 rispetto al gruppo 1. - Le velocità angolari della colonna vertebrale lombare e delle anche erano significativamente diminuite (P<0.05) in entrambe le fasi durante il sit-to-stand e stand-to-sit nei gruppi 2 e 3.</p>
<p>Trunk control during standing reach: A dynamical system analysis of movement strategies in patients with mechanical low back pain</p> <p>S. P. Silfies 2009</p>	<p>Identificare le differenze nei modelli di movimento del tronco tra pazienti con LBP "meccanico" e controlli asintomatici durante un compito funzionale del piano sagittale.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr MLBP:30 soggetti con LBP cronico o ricorrente di natura meccanica • Gr Controllo:35 soggetti sani senza LBP. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I soggetti stavano con piedi e con le spalle a 90° di flessione e i gomiti estesi. Dalla posizione di partenza hanno eseguito tre movimenti consecutivi e continui di raggiungimento in avanti bilaterale rispetto una linea mediana, con l'obiettivo all'altezza della spalla per poi ritornare alla posizione eretta.</p>	<p>Per i parametri cinematici, il gruppo di controllo ha dimostrato una velocità del tronco significativamente più elevata durante la flessione nel raggiungimento dell'obiettivo (P<0.05), ma solo nella condizione di carico. Il gruppo MLBP ha dimostrato più coordinazione asincrona nella colonna lombare e nel bacino rispetto al gruppo di controllo in entrambe le condizioni di assenza di carico e di carico (p=0.03), con valori MARP (mean absolute relative phase) più alti sia durante la flessione (p=0.04) che il ritorno dalla flessione (p=0.02) del task</p>

		<p>I soggetti sono stati istruiti al raggiungimento in avanti usando il loro tronco e fianchi come se dovessero raggiungere una cassa in un armadio, toccassero il bersaglio fermo e tornassero immediatamente in posizione eretta. I soggetti hanno eseguito questo compito senza peso e tenendo 4,5 kg. I dati cinematici tridimensionali sono stati raccolti da sensori posti sul femore (epicondilo laterale), pelvi (processo spinoso S2) e colonna vertebrale lombare (processo spinoso L1).</p>	<p>con carico, indicando una scarsa coordinazione tra bacino e lombare.</p> <p>Sempre nel gr MLBP la stabilità dei pattern di movimento risulta significativamente ridotta in tutte le condizioni ($p=0.03$), con una maggiore variabilità dei pattern specialmente nel ritorno dalla flessione se comparato alla flessione ($p=0.01$) con differenze significative sia in carico ($p=0.005$) che senza ($p=0.04$) rispetto al controllo.</p>
<p>The Influence of Pain Distribution on Walking Velocity and Horizontal Ground Reaction Forces in Patients with Low Back Pain</p> <p>M. J. Simmonds 2012</p>	<p>Valutare l'influenza della distribuzione del dolore sulle GRF (ground reaction force) durante il cammino nelle persone con problemi di lombare (Walking LBP) a velocità preferita e cammino veloce. Lo scopo secondario era quello di capire meglio i predittori della velocità del cammino a velocità preferita o più veloce, nelle persone con LBP con e senza dolore alla gamba.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr controllo: 20 soggetti sani • Gr BPO: 20 soggetti con LBP limitato alla zona lombare • Gr LGP: 20 soggetti con LBP e dolore riferito alla gamba. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Tutti i partecipanti hanno camminato su una passerella sopraelevata con una piattaforma di forza incorporata nel punto intermedio per assicurare che fosse raggiunta una velocità costante.</p> <p>Per tutte le prove, i partecipanti hanno percorso una distanza marcata di 7,62 m sulla passerella a due condizioni di velocità di camminata autoselezionate: preferita e più veloce.</p>	<p><u>GAIT SPEED:</u></p> <p>il gruppo BPO camminava molto più lentamente del gruppo di controllo alla velocità di camminata preferita ($P \leq 0.001$), ma entrambi i gruppi BPO e di controllo avevano una velocità di deambulazione paragonabile durante la condizione di cammino più veloce ($P = 0.175$).</p> <p>Il gruppo LGP ha camminato significativamente più lentamente del gruppo di controllo a entrambe le velocità di camminata preferita ($P < 0.005$) e quella più veloce ($P < 0.005$).</p> <p>Il gruppo LGP aveva una velocità di deambulazione paragonabile al gruppo BPO alla velocità preferita, ma camminava più lentamente del gruppo BPO durante la camminata veloce ($P = 0.013$).</p> <p><u>GRF:</u></p> <p>A velocità di deambulazione preferita le forze mediali e laterali e anteriori erano simili tra i gruppi.</p> <p>il gruppo LGP ha generato una forza laterale ($P = 0.005$) significativamente inferiore rispetto al gruppo di controllo alla velocità di camminata più veloce. In più anche per le forze di picco posteriori (cioè forza motrice) il gruppo LGP mostrava una diminuzione significativa sia a camminata preferita ($P = 0.013$) che veloce ($P = 0.002$) ma nessuna differenza per le forze di picco anteriori (forza frenante). L'analisi di regressione lineare graduale ha mostrato che i</p>

			<p>predittori significativi della velocità del cammino alla velocità preferita erano l'intensità del dolore alla schiena e la scala ambulatoriale distorta.</p> <p>I fattori predittivi significativi della velocità del cammino alla massima velocità erano influenzati dal dolore alle gambe e la scala di ambulazione distorta.</p>
<p>Trunk-pelvis coordination during turning: a cross sectional study of young adults with and without a history of low back pain</p> <p>J. A. Smith 2016</p>	<p>Confrontare il pattern e la variabilità da falcata a falcata della coordinazione inter-segmentale assiale tra il tronco e la pelvi in delle svolte ipsilaterali a 90 ° durante il cammino nei giovani individui sani e in individui sintomatici con una storia di LBP ricorrente.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr CTRL: 15 soggetti di controllo • Gr RLBP:14 soggetti con LBP ricorrente. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I dati cinematici sono stati raccolti utilizzando un sistema di motion capture del movimento digitale con 11 telecamere Interruttori a pedale resistivi sensibili alla forza senza fili sono stati collegati bilateralmente alla suola delle scarpe dei partecipanti sotto il tallone laterale e la prima articolazione metatarso-falangea. I partecipanti sono stati anche strumentati con elettromiografia intramuscolare nei paraspinali. Ogni prova locomotoria consisteva in tre giri di un circuito ambulante. Il circuito richiedeva sia la locomozione rettilinea che una serie di curve. La velocità media è stata controllata a 1,5 m / s (più o meno 5%). In ogni ripetizione del circuito, la prima svolta è stata effettuata passando in una zona delimitata di 70 cm per 70 cm con il piede omolaterale alla direzione della svolta (di seguito indicata come "arto di svolta") e ruotando vivacemente di 90 ° rispetto all'ipsilaterale lato</p>	<p>Durante la fase di appoggio, la coordinazione intersegmentale non differiva tra i gruppi. Tuttavia, durante lo swing, la percentuale di coordinazione in fase del tronco era significativamente maggiore (p=0.009) nel gruppo RLBP rispetto al gruppo CTRL.</p> <p>No differenze significative della variabilità del coordinamento tra i gruppi in tutte le fasi del cammino.</p> <p>In tutti gli individui, la variabilità della coordinazione inter-segmentaria tra il tronco e il bacino era più bassa durante lo stance che durante lo swing.</p>
<p>A comparison of lumbopelvic motion patterns and erector spinae behavior between asymptomatic subjects and patients with recurrent low back pain during pain-free periods</p> <p>D. Sánchez-Zuriaga</p>	<p>Determinare i modelli di movimento lombo-pelvico e attività ES (erector spinae) durante i movimenti di flessione ed estensione del tronco e di confrontare questi modelli tra pazienti LBP ricorrenti nei loro periodi senza dolore e soggetti di controllo asintomatici abbinati.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr CLBP: 15 soggetti con LBP cronico • Gr Controllo: 15 soggetti sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>L'analisi cinematica è stata eseguita mediante un sistema videofotogrammetrico tridimensionale che include 4 fotocamere. L'attività EMG è stata registrata con elettrodi a disco di</p>	<p>Tutti i soggetti di entrambi i gruppi hanno mostrato un rilassamento dell'attività dell'ES, quando la colonna lombare ha raggiunto i valori massimi di flessione. Non ci sono state differenze significative tra le percentuali di attività EMG durante FRP.</p> <p>Tuttavia, il rilassamento ES è iniziato e terminato con una percentuale significativamente maggiore di flessione dell'anca e</p>

2015		<p>superficie fissati sull'ES destro a L3, 3 cm lateralmente al processo spinoso e paralleli alle fibre muscolari sottostanti con una distanza da centro a centro di 2 cm.</p> <p>Gli individui sono stati istruiti a muoversi il più sagittalmente possibile seguendo queste istruzioni: piegare il collo, posizionare il mento sul petto, quindi piegarsi in avanti, e sforzarsi di flettersi il più possibile, riposare per un secondo alla massima flessione e quindi tornare alla posizione iniziale.</p>	<p>della colonna lombare nei pazienti ($p < 0.01$). Cioè il rilassamento ES è iniziato più tardi durante la flessione e l'attività ES è ripresa prima durante l'estensione nei pazienti rispetto ai controlli.</p> <p>Non ci sono state differenze significative tra i gruppi nella gamma massima di movimento della colonna lombare o dell'anca. Durante la flessione e l'estensione del tronco, il tempo relativo durante il quale la colonna lombare era flessa al 90% della massima flessione o più, era significativamente più breve nei pazienti.</p>
<p>Three-dimensional kinematic analysis of pelvic and lower extremity differences during trunk rotation in subjects with and without chronic low back pain</p> <p>A. Y. Song 2012</p>	<p>Studiare i cambiamenti angolari tridimensionali della pelvi e degli arti inferiori durante la rotazione assiale del tronco in soggetti con e senza lombalgia cronica (LBP).</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 15 soggetti con LBP cronico Gr Controllo: 15 soggetti senza LBP. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I soggetti hanno eseguito cinque serie di attività di rotazione del tronco a sinistra e a destra con una velocità auto-selezionata {media 0.8 [deviazione standard (SD) 0,2] m / secondo} alla fine del loro range massimo, mantenendo una barra a altezza della spalla.</p> <p>È stata utilizzata la piastra di forza per registrare le forze di reazione al suolo e i momenti di forza. Marcatori riflettenti sono stati posizionati su punti di riferimento di ogni parte del corpo per catturare sia i movimenti degli arti e lombo-pelvici.</p> <p>I dati cinematici sincronizzati sono stati registrati ed elaborati da sei fotocamere digitali che acquisiscono il movimento cinematico tridimensionale</p>	<p>Sebbene l'angolo rotazionale pelvico sul piano frontale fosse maggiore nel controllo rispetto ai soggetti con LBP, la differenza non era significativa ($P = 0,07$).</p> <p>Non c'erano differenze significative negli arti inferiori nel piano frontale.</p> <p>Non c'erano differenze significative per gli arti inferiori nel piano sagittale tra i gruppi.</p> <p>Tuttavia, il controllo aveva angoli di rotazione pelvici maggiori rispetto ai soggetti con LBP e questa differenza era significativa ($P = 0,03$). Non c'erano altre differenze negli arti inferiori nel piano sagittale.</p> <p>Sebbene l'angolo di rotazione pelvica nel piano trasversale fosse maggiore nel controllo rispetto ai soggetti con LBP, le differenze per gli arti inferiori non erano significative ($P = 0,27$).</p>
<p>Lumbar Spine Stability for Subjects With and Without Low Back Pain During One-Leg Standing Test</p> <p>P. S. Sung 2010</p>	<p>Valutare l'indice di stabilità lombare, che include il relativo tempo di mantenimento (RHT) e il relativo tempo di stabilità (RST), nei soggetti con e senza LBP mentre i soggetti si trovavano su una gamba (test della cicogna) con e senza feedback visivo.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 28 soggetti senza LBP Gr LBP: 26 soggetti con LBP. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I soggetti hanno eseguito 2 prove (tenuta della gamba destra e sinistra) in cui sono stati istruiti a stare nella posizione eretta con il piede parallelo</p>	<p>Per l'RHT in generale, il gruppo controllo aveva un tempo di mantenimento sulla gamba significativamente maggiore rispetto al gr LBP ($P = 0.03$).</p> <p>In particolare, abbiamo differenze statisticamente significative per l'RHT dell'asse spinale lombare ($p = 0.01$) e quello del core ($p = 0.01$) e un RST per l'asse del core ($p = 0.006$) nel test con</p>

		<p>all'ampiezza dell'anca. L'ordine degli arti inferiori testati era casuale. Il soggetto rimane in piedi per 25 secondi su una superficie della piastra di forza con gli occhi chiusi e l'altra anca flessa di 90 °.</p> <p>I dati sincronizzati della cinematica e della piastra di forza sono stati registrati ed elaborati da 6 fotocamere digitali che acquisiscono movimento cinematico tridimensionale a corpo intero. I cambiamenti di equilibrio imposti durante la seduta su una gamba sono stati misurati utilizzando una piattaforma di forza a 6 canali e le registrazioni sono durate 25 secondi.</p> <p>*L'RHT (Relative hold time) = rapporto tra il tempo di mantenimento riuscito e il tempo di attesa richiesto (20 sec su 25 del protocollo- 5 sec per posizionarsi sul piede richiesto).</p> <p>* l'RST (Relative stability time) = rappresenta la durata in cui il segmento del corpo si trovava in una posizione statica.</p>	<p>gamba destra; e un RHT dell'asse spinale lombare (p=0.005) e quello del core (p=0.005) e un RST per l'asse del core (p=0.015) per la gamba sinistra, tutti svolti senza feedback visivo.</p> <p>Tuttavia, con la presenza di feedback visivo, non vi era alcuna differenza tra i 2 gruppi.</p>
<p>Three-dimensional Kinematic Lumbar Spine Motion.</p> <p>Analyses of Trunk Motion During Axial Rotation Activities</p> <p>P. S. Sung 2012</p>	<p>Confrontare i dati cinematici tridimensionali per il torace superiore e inferiore e la colonna lombare dall'asse del core durante le attività di rotazione assiale in posizione eretta, tenendo conto dei fattori antropometrici nei soggetti con e senza LBP.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 15 soggetti senza LBP Gr LBP:15 soggetti con LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Ogni soggetto ruotava il suo tronco sul piano trasversale mentre girava il suo busto su entrambi i lati mentre teneva una barra adesiva all'altezza delle spalle.</p> <p>Su una superficie della piastra di forza hanno eseguito 5 prove del test di rotazione del tronco a una velocità auto-selezionata.</p> <p>Ai soggetti è stato chiesto di girare le spalle, i fianchi e le ginocchia senza muovere i piedi.</p> <p>I dati cinematici sincronizzati sono stati registrati ed elaborati da 6 fotocamere digitali che acquisiscono il campionamento cinematico tridimensionale di tutto il corpo</p>	<p>Non ci sono state differenze statisticamente significative tra i gruppi in base alle regioni e agli assi spinali.</p> <p>I risultati hanno indicato che il ROM toracico superiore era significativamente maggiore nei soggetti con LBP cronico (P = 0.003) rispetto al controllo.</p>
<p>A kinematic analysis for shoulder and pelvis coordination during axial trunk rotation in subjects with and without recurrent low back</p>	<p>Confrontare la coordinazione spalla-pelvi durante la rotazione assiale del tronco tra soggetti con e senza LBP ricorrente.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 19 partecipanti senza LBP ricorrente (8 maschi e 11 femmine) Gr LBP: 19 soggetti con LBP ricorrente (4 maschi e 15 femmine) 	<p>Il ROM tra i due gruppi era simile nella spalla, ma sono state riscontrate differenze significative nella pelvi (p=0.02).</p> <p>La velocità angolare media assoluta della spalla era simile tra i due gruppi, mentre la velocità</p>

<p>pain</p> <p>P. S. Sung 2014</p>		<p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> i soggetti hanno eseguito il test di rotazione alzando le braccia all'altezza delle spalle e ruotando il loro tronco ripetutamente dal lato sinistro al lato destro fino alla fine dello spostamento angolare massimo come tollerato tenendo una barra.</p>	<p>del bacino era più piccola nel gruppo LBP (p=0.03) Il gruppo LBP ha dimostrato una correlazione negativa più alta con l'età per il ROM tra la spalla (p=0.001) e pelvi (p=0.001), mentre non era indicata alcuna correlazione significativa con il ROM tra la spalla (p = 0,08) e pelvi (p = 0,52) nel gruppo di controllo. *ROM spalla con P=0.06 e velocità angolare media assoluta di 0.05.</p>
<p>A kinematic and kinetic analysis of spinal region in subjects with and without recurrent low back pain during one leg standing</p> <p>P. S. Sung 2015</p>	<p>Indagare le differenze nei cambiamenti di stabilità cinematici e cinetici sulle regioni spinali mentre si considerava la condizione visiva durante lo stare su una gamba (non dominante) in piedi, tra soggetti con LBP ricorrente e soggetti di controllo.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 22 soggetti con LBP (12 maschi, 10 femmine) • Gr Controllo: 20 soggetti di controllo (12 maschi, 8 femmine). <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Tutti i partecipanti hanno eseguito tre prove con gli occhi aperti e con gli occhi chiusi durante la posizione di stare sulla gamba non dominante. Sono stati istruiti a stare liberamente sulla gamba non dominante con l'anca e il ginocchio dominanti flessi di circa 90° su una superficie della piastra di forza. I dati cinematici sono stati registrati ed elaborati da sei fotocamere digitali e le registrazioni sono durate 25 secondi. Durante i primi 5 secondi, a ciascun soggetto è stato permesso di spostare la gamba dalla posizione in piedi. Pertanto, sono stati utilizzati i seguenti 20 secondi come tempo di attesa richiesto. L'analisi del movimento con 6 telecamere a infrarossi è stata utilizzata per determinare il torace, la colonna vertebrale lombare e altre cinematiche angolari articolari durante il test.</p>	<p>il gruppo LBP ha rivelato una stabilità cinematica normalizzata significativamente ridotta nelle regioni spinali (lombare, toracica bassa, toracica alta e modello del core spinale con p=0.001) durante la condizione ad occhi chiusi. Erano diminuiti anche nella condizione ad occhi aperti ma non raggiungeva la significatività. L'indice cinematico era più alto nella zona lombare, indicando una stabilità della colonna vertebrale lombare significativamente più alta rispetto al torace superiore (p=0,001), torace inferiore (p=0,001) e modello del core spinale (p=0,001). Per l'indice cinematico di stabilità, l'interazione tra la condizione visiva (p=0.0001) e la regione spinale (p=0.002) era statisticamente significativa. L'indice cinetico nella condizione di occhi chiusi è significativamente diminuito nel gruppo LBP (p=0.002). Anche ad occhi aperti era diminuito ma non raggiungeva la significatività.</p>
<p>Comparison of the different kinematic patterns during lateral bending between subjects with and without recurrent low back pain</p> <p>P. S. Sung 2016</p>	<p>Confrontare schemi cinematici per regioni spinali durante le attività di flessione laterale dal lato dominante rispetto a quella dal lato non dominante in soggetti con e senza LBP ricorrente.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 24 soggetti (6 donne, 18 maschi) • Gr LBP: 20 soggetti con LBP (8 femmine, 12 maschi). <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Il test di flessione del tronco laterale con una barra adesiva è stato condotto nel laboratorio di analisi del</p>	<p>Per il lato dominante complessivamente, il gruppo LBP ha dimostrato un aumento della ROM nel piano trasverso della zona lombare (p=0.04) e toracica alta (p=0.02), nonché nel piano sagittale della toracica alta (p=0.03) rispetto alle altre regioni e piani spinali. Per il lato non dominante, complessivamente, il gruppo LBP</p>

		<p>movimento. I soggetti erano in piedi su una superficie della piastra di forza con fianchi e ginocchia bilaterali completamente estesi con i piedi paralleli alla larghezza dell'anca. I dati cinematici sono stati raccolti utilizzando fotocamere digitali di un sistema di acquisizione del movimento ottico tridimensionale</p>	<p>ha dimostrato un aumento della ROM nel piano trasversale della toracica alta ($p=0.03$) e una maggiore rotazione lombare sul lato dominante durante la flessione laterale rispetto al gruppo di controllo.</p>
<p>Kinematic chain reactions on trunk and dynamic postural steadiness in subjects with recurrent low back pain.</p> <p>P. S. Sung 2017</p>	<p>Analizzare lo standing time, DPSI (indice dinamico di stabilità posturale) da dati cinetici, ROM della colonna vertebrale (torace superiore, torace inferiore e lombare) e ROM del bacino durante la permanenza in una gamba mentre si considera l'input visivo tra soggetti con e senza LBP ricorrente.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 34 soggetti (18 donne, 16 maschi) Gr LBP: 29 soggetti con LBP ricorrente (17 donne, 12 maschi) <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>La posizione iniziale per entrambe le prove aveva il soggetto in piedi rilassato con gli occhi aperti e il peso uniformemente distribuito tra i due piedi. Su richiesta, il soggetto è passato a una posizione della gamba non dominante in cui era in piedi su una piastra di forza con gli occhi aperti o chiusi e l'anca e il ginocchio dominanti flessi a circa 90 gradi. Erano permessi movimenti compensatori delle braccia per mantenere l'equilibrio. La piastra di forza è stata utilizzata per registrare il GRF. Sei telecamere digitali hanno acquisito il movimento di ciascun marker tridimensionale (Motion Analysis Corporation)</p>	<p>Il gruppo di controllo ha dimostrato uno standing time più lungo rispetto al gruppo LBP nella condizione di occhi aperti ($p = 0,01$) ma non a occhi chiusi. Nel gruppo LBP, il DPSI era significativamente correlato con MLSI (medio-lateral steadiness Indice), APSI (anterior-posterior steadiness Indice) e VSI (vertical steadiness Indices) ad occhi chiusi. I risultati del ROM indicavano che il gruppo LBP possedeva una diminuzione delle rotazioni del torace e della colonna lombare durante la condizione ad occhi chiusi. Questi risultati cinetici e cinematici hanno indicato che il gruppo LBP ha dimostrato una reazione a catena per minimizzare la rotazione del tronco con MLSI, APSI e VSI, soprattutto nella condizione chiusa dagli occhi.</p>
<p>Effects of the Mechanical Load on Forward Bending Motion of the Trunk</p> <p>Comparison Between Patients With Motion-Induced Intermittent Low Back Pain and Healthy Subjects</p> <p>I. Takahashi 2007</p>	<p>Valutare la capacità di mantenere una posizione eretta</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 10 pazienti di sesso femminile con MILBP. Gr Controllo: 10 volontari sani che non avevano precedenti di lombalgia o sciatica. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>Un sistema di analisi del movimento magnetico tridimensionale è stato utilizzato per analizzare i cambiamenti posturali. Le attività muscolari del tronco sono state misurate utilizzando un elettromiografo di superficie Holter. Sono stati raccolti nelle misurazioni il muscolo retto addominale (RAM) e muscolo erector spinae (ESM). E' stato fissato un peso di 5 kg su ciascun avambraccio dei soggetti (in</p>	<p>Dopo i 120 sec l'angolo di inclinazione del tronco era significativamente maggiore nel gr LBP rispetto al controllo ($p<0.05$)</p> <p>I risultati hanno indicato che, nel gruppo LBP, l'affaticamento muscolare è stato indotto nell'ESM da 120 secondi in poi, dopo il caricamento di pesi esterni ($P<0.05$). Invece no differenze nell'affaticamento del RAM tra i due gruppi.</p>

		totale 10 kg). Successivamente è stato chiesto loro di mantenere la posizione eretta per 5 minuti	
<p>The effects of bending speed on the lumbo-pelvic kinematics and movement pattern during forward bending in people with and without low back pain</p> <p>S. M. H. Tsang 2017</p>	<p>Esaminare gli effetti delle diverse velocità di flessione sulla cinematica e il coordinamento dei movimenti lombo-pelvici durante il piegarsi in avanti nelle persone con e senza LBP meccanico cronico.</p>	<p>POPOLAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 17 maschi con LBP meccanico di origine non specifica per più di 3 mesi Gr Controllo: 18 partecipanti maschi sani (che erano noti per essere asintomatici nei 12 mesi precedenti). <p>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</p> <p>la flessibilità dei loro muscoli posteriori della coscia è stata valutata utilizzando il test di innalzamento della gamba tesa passiva (test PSLR) e il test di sit e reach (test SR). Tutti i partecipanti sono stati istruiti a eseguire il piegamento in avanti ripetuto mentre erano in piedi, abbassandosi il più possibile, mantenendo i gomiti e le ginocchia completamente estesi. Ad ogni partecipante è stato richiesto di eseguire il task di piegatura per 10 volte consecutivamente a 5 velocità prestabilite (molto lenta, lenta, regolare, veloce, molto veloce).</p> <p>Un sistema di sensori inerziali tridimensionale è stato utilizzato per acquisire i dati sulla cinematica della colonna lombare e dell'articolazione dell'anca destra</p>	<p>Non c'era alcuna differenza significativa nell'intervallo medio di flessione della colonna lombare ($p > 0,01$) e dell'anca destra ($p > 0,01$) tra i 5 livelli di velocità o tra i 2 gruppi.</p> <p>I partecipanti con LBP si sono piegati con una velocità di picco significativamente più bassa a livello della colonna vertebrale lombare a livelli di velocità molto lenti e lenti, rispetto al gruppo Controllo ($p < 0,01$). Invece quella dell'anca era significativamente maggiore nel gruppo controllo rispetto al gruppo LBP al livello di velocità molto lenta ($p < 0,01$). I valori di accelerazione del picco della colonna vertebrale del gruppo LBP erano significativamente inferiori a quelli del gruppo controllo ($p < 0,01$) ai livelli di velocità molto lenti, lenti e regolari.</p> <p>Mentre quelli dell'articolazione dell'anca del gruppo LBP era significativamente inferiore a quello del gruppo controllo a livello di velocità veloce ($p < 0,01$). gli individui con LBP hanno mostrato un grado costantemente maggiore di coordinazione sia della velocità che dell'accelerazione tra i diversi livelli di velocità (modello stereotipato)</p>
<p>Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain</p> <p>M. Vaisy 2015</p>	<p>Valutare il movimento della colonna vertebrale in pazienti con LBP cronico non specifico rispetto a partecipanti senza dolore utilizzando un nuovo dispositivo di misurazione che consente la valutazione dinamica del movimento spinale in modo rapido e soggetto-specifico.</p>	<p>POPOLAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 20 pazienti con LBP non specifico cronico Gr controllo: 19 partecipanti senza dolore. <p>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</p> <p>Il movimento spinale è stato rilevato usando Epionics SPINE che fornisce una valutazione temporale della forma della schiena e della posizione relativa nelle regioni lombare e pelvica.</p> <p>In una posizione eretta rilassata con le braccia lateralmente e i piedi comodamente separati, a ciascun partecipante è stato chiesto di</p>	<p>Il ROM massimo lombare era significativamente ridotto per il gruppo di pazienti sia per la flessione che per l'estensione (tutti $P < 0,05$), ma la differenza tra i gruppi era più pronunciata per estensione (35%).</p> <p>Il pelvic tilt massimo durante l'estensione era quasi un terzo del range corrispondente per la flessione e in entrambe le direzioni di movimento il ROM massimo era più alto ($P < 0,05$) nel gruppo di controllo. Il tempo per raggiungere la deflessione massima della regione lombare e pelvi era significativamente inferiore nel gruppo LBP (P</p>

		<p>eeguire la massima flessione lombare, l'estensione, la flessione laterale e gli esercizi di rotazione con le ginocchia estese ogni 5 volte seguendo la stessa sequenza, con 30 secondi di riposo tra le ripetizioni.</p>	<p><0,05). Il ROM massimo della regione lombare per la flessione laterale e la rotazione era anche significativamente inferiore per il gruppo LBP rispetto al controllo (P < 0.05). Per la velocità del movimento, sono state osservate differenze significative tra i gruppi in segmenti delle fasi di movimento discendente e ascendente (P < 0.05).</p>
<p>Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip</p> <p>T. K.T. Wong 2004</p>	<p>Esaminare gli effetti del mal di schiena e della limitazione nella SLR sulla relazione tra i movimenti della colonna lombare e dei fianchi nei tre piani anatomici.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gruppo 1: 20 soggetti normali senza storia di mal di schiena o dolore alle gambe che poteva essere attribuito alla schiena negli ultimi 12 mesi. • Gruppo 2: 24 soggetti con lombalgia corrente (cioè dolore sulla regione L1-sacro senza irradiazioni verso aree distali alla piega glutea) ma senza limitazione SLR. 12 di questi avevano dolore sul lato sin della schiena gli altri sul lato dx. • Gruppo 3: 17 soggetti con dolore alla schiena e SLR limitato (cioè SLR con un range libero dal dolore < 55 °). 10 soggetti avevano dolore sul lato sin della schiena accompagnato da una SLR limitata della gamba sinistra, mentre i rimanenti avevano dolore e SLR limitata sul lato dx. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I soggetti sono stati invitati a eseguire tre cicli continui di ciascuno dei seguenti movimenti del tronco: piegamento in avanti e indietro, di lato piegando verso sinistra e verso destra e ruotando verso sinistra e destra. Le tre prove di movimento sono state testate in un ordine casuale. Ogni prova è stata eseguita per un periodo di 30 secondi ad una velocità che era più comoda per i soggetti. Per l'analisi del movimento è stato utilizzato un sistema con una sorgente che generava un campo magnetico a bassa frequenza che veniva rilevato dai sensori.</p>	<p>il dolore alla schiena e la limitazione nella SLR erano associati a diminuzioni significative negli intervalli di flessione della colonna lombare e dell'anca (p <0,05). La diminuzione della flessione dell'anca era significativamente maggiore nei soggetti con SLR limitata rispetto ai soggetti con solo dolore alla schiena. Nei soggetti con limitazione nella SLR, il dolore alla schiena e la limitazione nella SLR erano associati a diminuzioni negli intervalli di estensione della colonna lombare e dell'anca. Per i soggetti con dolore alla schiena e limitazione nella SLR, la quantità di tempo richiesta per completare un ciclo di flessione-estensione è risultata più che raddoppiata (p <0.05). I soggetti con dolore alla schiena e limitazione nella SLR hanno mostrato una significativa riduzione dell'intervallo di flessione laterale della colonna lombare (p <0.05). Ma non c'erano differenze significative nell'abduzione dell'anca e adduzione tra i tre gruppi (p > 0.05). I soggetti con dolore alla schiena e limitazione nella SLR hanno richiesto molto più tempo per completare un ciclo di flessione laterale rispetto ai soggetti asintomatici (p <0.05). I soggetti con dolore alla schiena e limitazione nella SLR hanno mostrato diminuzioni significative nell'intervallo di rotazione lombare (p <0.05). Sono stati osservati aumenti significativi nel</p>

			tempo necessario per completare un ciclo di torsione del tronco nei soggetti dei gruppi 2 e 3 ($p < 0.05$).
Analysis of Asymmetry of the Forces Applied on the Lower Limb in Subjects with Nonspecific Chronic Low Back Pain M. H. Zahraee 2014	Analizzare l'asimmetria e i modelli di carico delle gambe nei pazienti con CLBP rispetto ai sani.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> Gr controllo: 20 soggetti sani Gr LBP: 20 pazienti con LBP cronico non specifico. <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Ai partecipanti è stato chiesto di camminare lungo il percorso del laboratorio con una comoda velocità. Una piastra di forza Kistler è stata utilizzata per registrare le forze applicate sulla gamba durante la deambulazione.	Non c'era alcuna differenza significativa nei valori medi dei parametri di andatura spaziotemporale tra il controllo e LBP. C'era una differenza significativa nella forza verticale applicata alla gamba durante la fase di push-off (terzo picco) tra controllo e LBP ($p = 0,038$). Non c'era asimmetria di carichi tra le gambe in NCLBP.
Comparing lower lumbar kinematics in cyclists with low back pain (flexion pattern) versus asymptomatic controls e field study using a wireless posture monitoring system W. Van Hoof 2012	Esaminare la cinematica lombare inferiore nei ciclisti con e senza LBP cronico non specifico (FP= flexion pattern) durante uno studio sul campo ciclico di 2 ore.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 9 ciclisti maschi senza una storia di LBP significativo (che richiedeva intervento) e senza segni e sintomi di LBP nei precedenti tre mesi. Gr LBP: 8 ciclisti maschi con una chiara storia di LBP cronico non specifico. <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I soggetti hanno svolto un'attività di ciclismo all'aperto di 2 ore su un percorso pianeggiante standard sulla propria bici da corsa personale. Sono stati istruiti a pedalare come al solito e sono stati guidati da un cardiofrequenzimetro per mantenere una frequenza cardiaca tra il 60 e il 70% del loro massimo previsto per l'età durante l'attività ciclistica. La cinematica lombare inferiore è stata misurata utilizzando un sistema di monitoraggio posturale remoto che consiste in un estensimetro molto sottile collegato a un'unità di elaborazione del segnale piccola e leggera. Misurati anche i livelli di dolore pre, post e 24 h dopo sessione	il gruppo LBP ha riportato un aumento progressivo significativo del dolore nelle 2 ore di ciclo ($p < 0.001$) con un picco massimo di dolore a 120 min ($p=0.01$). Non ci sono state differenze significative nell'ammontare di variazione cinematica tra i gruppi LBP e controllo. Il gr LBP mostrava una postura in flessione lombare significativamente maggiore rispetto al gruppo di controllo ($p=0.018$).
Spinal Alignment and Mobility in Subjects with Chronic Low Back Pain with Walking Disturbance: A Community-	Valutare le relazioni tra lombalgia cronica con o senza disturbi della deambulazione e l'allineamento e la mobilità della colonna vertebrale	<u>POPOLAZIONE:</u> Un totale di 672 soggetti: 240 uomini e 432 donne con un'età media di 69,4 anni (range, 20-94 anni). Sono stati divisi in quattro gruppi: <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 121 soggetti senza storia di lombalgia; Gr HLBP: 323 soggetti con 	*Il gruppo CLBP-WD era significativamente più vecchio degli altri gruppi ($P < 0.05$). I gruppi HLBP, CLBP e CLBP-WD hanno mostrato un ROM dalla posizione normale all'estensione della lombare inferiore significativamente più basso

<p>Dwelling Study</p> <p>N. Miyakoshi 2010</p>		<p>anamnesi di lombalgia clinicamente rilevante, ma senza dolore al momento dell'indagine;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr CLBP: 89 soggetti con lombalgia cronica ma senza disturbi della deambulazione a causa della lombalgia; • Gr CLBP-WD: 139 soggetti con lombalgia cronica con disturbi della deambulazione dovuti a lombalgia. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Misurazione degli angoli della cifosi spinale, delle ROM e delle inclinazioni. Gli angoli di cifosi e i ROM della colonna toracica (T1-T12) e della colonna lombare (L1-L5) sono stati misurati utilizzando un dispositivo di misurazione della curvatura superficiale computerizzato</p>	<p>rispetto al gruppo di controllo ($p < 0.05$). Il gruppo CLBP-WD mostrava angoli significativamente più elevati della lordosi lombare in posizione eretta, flessa ed estesa e inclinazioni spinali in posizione eretta ed estesa (cioè la limitazione dell'estensione spinale totale), e ridotto ROM lombare dalla flessione alla posizione normale (tutti con $P < 0.05$). In più mostravano anche un angolo significativamente più elevato della cifosi toracica nella posizione estesa ridotto ROM sia totale, che flessione, che estensione toracica rispetto il controllo e HLBP (tutti $p < 0.05$).</p>
<p>Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation</p> <p>N. Farahpour 2016</p>	<p>Gli effetti dell'eccessiva pronazione del piede sul 4 componenti GRF nei pazienti con LBP durante lo shod walking.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr controllo: 15 soggetti maschi • Gr PF: 15 soggetti maschi con solo piede pronato • Gr PF+LBP: 15 soggetti maschi con i piedi pronati e LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> A Vicon MX Motion Systems composto da quattro telecamere serie T. Sono stati usati sedici indicatori sferici riflettenti per identificare il bacino, le cosce, le gambe e i piedi. Una piastra di forza sincronizzata con il sistema Vicon è stata utilizzata per registrare il GRF durante la camminata. I soggetti sono stati istruiti e preparati per arrivare all'ottavo passo sulla piastra di forza</p>	<p>La velocità media di camminata, la fase di appoggio e la lunghezza del passo non erano significativamente differenti tra i gruppi. Nei soggetti con pronazione del piede senza LBP, il GRF verticale e postero-anteriore era simile; ma, il GRF latero-mediale in fase di spinta è stato alterato (80% in più rispetto al controllo, $p = 0.000$). Nei pazienti PF+LBP, il GRF verticale era maggiore durante il contatto del tallone ($p = 0.001$) e la fase di spinta ($p = 0.035$) e invece era ridotta quella medio-laterale nella fase di contatto del tallone ($p = 0.004$) rispetto al gr PF. Mentre rispetto al gr controllo mostravano forze maggiori verticali nel contatto del tallone e medio-laterali e antero-posteriori nella fase di spinta ($p < 0.05$).</p>
<p>Are there differences in the dual-task walking variability of minimum toe clearance in chronic low back pain patients and healthy controls?</p> <p>D. Hamacher, 2016</p>	<p>Studiare la variabilità del MTC (minimum toe clearance), tempo di falcata e lunghezza del passo nella camminata normale e in una condizione cognitiva dual-task di deambulazione in pazienti affetti da lombalgia cronica e controlli sani.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 12 soggetti con LBP cronico • Gr controllo: 12 soggetti sani. <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Per 2 minuti, i partecipanti hanno camminato su una pista di 25 metri avanti e indietro alle loro velocità di camminata preferite. Hanno camminato anche per 2 minuti (dopo</p>	<p>Nel gr LBP la variabilità della lunghezza del passo era più alta ($p = 0.005$) nella camminata dual-task, mentre non è stato osservato un aumento significativo nel gruppo di controllo. Inoltre, la condizione dual-task ha aumentato la variabilità del tempo del passo sia nel gr LBP ($p = 0.004$) che nel controllo ($p = 0.002$).</p>

		<p>3 minuti di riposo) eseguendo contemporaneamente il test di fluidità di parola di Regensburger. I soggetti recitano più parole possibili entro 2 minuti a partire da una data lettera. Per raccogliere dati sull'andatura, abbiamo utilizzato un sensore inerziale che era collegato a ciascuno dei piedi dei soggetti.</p>	<p>Il gr LBP mostrava però una variabilità del tempo del passo maggiore rispetto al gruppo di controllo sia durante la camminata normale ($p=0.050$) che quella in dual-task ($p = 0.010$).</p> <p>Da notare che la variabilità del MTC non si è modificata né nel gr LBP ($p=0.239$) né nel controllo ($p = 0.530$) quando sono stati confrontati il cammino normale e quello dual-task. Non ci sono state nemmeno differenze significative nel confronto tra i due gruppi sia per la lunghezza del passo che per il MTC.</p>
<p>Influences of lumbar disc herniation on the kinematics in multi-segmental spine, pelvis, and lower extremities during five activities of daily living</p> <p>S. Kuai 2017</p>	<p>Applicare un modello di calcolo per indagare come il LBP causato da LDH (Lumbar Disc Herniation), modula la cinematica degli arti inferiori e tronco multi-segmentale tra cui torace, lombare superiore (ULx), lombare inferiore (LLx) e pelvi su i tre piani durante la camminata livellata, la scalata, la flessione del tronco, il pickup omolaterale e pickup controlaterale.</p>	<p>POPOLAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 26 adulti maschi sani Gr LBP: 7 soggetti con LBP causato da LDH <p>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</p> <p>Sono stati posizionati marker per tracciare il torace, ULx, LLx, bacino, anca e ginocchio.</p> <p>Nel compito di camminare a livello, i soggetti dovevano camminare a una velocità auto-selezionata, approssimativamente costante con un range di oscillazione moderato del braccio. Per il compito di salire le scale, i partecipanti si sono fermati davanti alla scala per almeno 5 s, quindi sono saliti su ciascuna scala con un solo piede a un ritmo scelto da sé.</p> <p>Nel compito di flessione del tronco, i soggetti flettevano il tronco in avanti fino alla loro massima flessione volontaria, per poi ritornare alla loro posizione iniziale. Nei compiti di raccoglimento, i partecipanti hanno usato il loro braccio destro per raccogliere un piccolo nastro adesivo posizionato 200 mm davanti al loro piede destro durante il pickup omolaterale e il loro piede sinistro durante il pickup controlaterale.</p>	<p>Nel cammino livellato, il gr LBP ha mostrato una rotazione pelvica ($p<0.05$) e LLx ($p<0.01$) significativamente maggiore rispetto al gruppo di controllo. Nel salire le scale, il gr LBP ha ridotto significativamente il ROM per flessione toracica ($p<0.05$), inclinazione pelvica ($p<0.05$) e abduzione dell'anca ($p<0.01$), ma lo hanno aumentato per la rotazione LLx ($p<0.01$).</p> <p>Nella flessione del tronco e pickup ipsilaterali e controlaterali, nessuna differenza significativa è stata osservata nel ROM di flessione toracica tra i gruppi. Tuttavia, il ROM di flessione lombare era significativamente diminuito, specialmente per ULx ($p<0.01$) che non presentava quasi nessuno spostamento angolare sagittale.</p> <p>Nei pickup ipsilaterali e controlaterali, il gr LBP ha compensato con una maggiore inclinazione pelvica ($p<0.01$) per la mancanza di flessione lombare. Nei piani frontale e trasversale, il gr LBP ha aumentato significativamente il ROM di rotazione pelvica ($p<0.01$) durante la flessione del tronco, e di rotazione pelvica e abduzione dell'anca durante il pickup ipsilaterale ($p<0.05$). Al contrario, hanno ridotto significativamente il ROM di flessione laterale di LLx ($p<0.01$) durante la flessione del tronco.</p>

<p>Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control</p> <p>C. J.C. Lamothe 2005</p>	<p>Esaminare in dettaglio le conseguenze del LBP sulla coordinazione tronco-bacino e l'attività muscolare ES (erector spinae) quando si cammina a una velocità auto-selezionata e ad un'ampia gamma di velocità prescritte inferiori e superiori.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 22 individui con LBP cronico non specifico (13 donne, 9 uomini) • Gr Controllo: 7 individui sani (8 donne, 9 uomini). <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>L'esperimento è stato eseguito su un tapis roulant. Innanzitutto, le registrazioni sono state eseguite a una velocità di camminata auto-selezionata (comoda). Successivamente, la velocità del tapis roulant è stata aumentata sequenzialmente con incrementi di 0,8 km / h da 1,4 km / h fino a una velocità di camminata massima raggiungibile fino a 7,0 km / h, consentendo ai partecipanti di abituarsi a ciascun livello di velocità superiore in modo uniforme. quando la velocità di marcia era troppo alta l'esperimento veniva interrotto; il precedente livello di velocità è stato quindi definito come la loro "velocità raggiungibile al massimo".</p> <p>Le rotazioni angolari dei segmenti del tronco sono state registrate utilizzando un sistema di registrazione del movimento marcatore attivo 3D. L'attività EMG dal muscolo ES tramite elettrodi di superficie</p>	<p>La velocità media di deambulazione era significativamente inferiore nel gruppo LBP rispetto al gruppo di controllo ($P < 0.001$). A tutte le velocità di camminata, la lunghezza del passo era più breve nel gruppo LBP rispetto al gruppo di controllo e significativamente più breve a velocità di 1,4, 2,2, 3,0 e 6,2 km/h ($P < 0.05$).</p> <p>Non vi erano differenze significative tra il LBP e il gruppo di controllo trovato per R_{Ath} (Rotational amplitudes torace), R_{Alu} (Rotational amplitudes lombare), e R_{Ape} (Rotational amplitudes pelvi), nel piano trasversale e frontale.</p> <p>A velocità confortevole, la variabilità dei pattern residui delle rotazioni trasversali toraciche e lombari era significativamente inferiore ($P = 0,03$) nel gr LBP rispetto al controllo.</p> <p>Anche a velocità prestabilite il gr LBP aveva una variabilità di pattern nelle rotazioni lombari ridotta ($P = 0,04$) sul piano trasverso e invece aumenta nella zona toracica sul piano frontale ($P < 0,01$).</p> <p>L'attività ES lombare mediata durante le fasi di oscillazione è stata significativamente maggiore ($p < 0.05$) nei partecipanti al LBP rispetto ai partecipanti al controllo, mentre lo stato di salute non ha avuto alcun effetto sull'attività ES lombare o toracica durante il doppio appoggio.</p> <p>Minor coordinazione antifase durante il cammino e all'aumento della velocità del gruppo LBP rispetto al controllo</p>
<p>How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait</p>	<p>Esaminare la capacità delle persone con LBP di adattare i loro modelli di andatura a cambiamenti improvvisi nella velocità di camminata.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 12 persone con LBP cronico (7 donne, 5 uomini) • Gr Controllo: 12 soggetti sani (5 donne, 7 uomini). <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u></p> <p>I soggetti camminavano per alcuni minuti sul tapis roulant a velocità</p>	<p>Alle tre velocità più alte il cambiamento verso la coordinazione antifase diei RP_{thpe} (Relative phase tronco-pelvi) è stato ridotto nel gruppo LBP ($p < 0.01$, $p = 0.04$, $p < 0.01$) sul piano trasverso, mentre R_{Plupe} (lombo-pelvico) è rimasto più o meno in fase a tutte le velocità. A seguito di grandi perturbazioni</p>

C. J.C. Lamoth 2006		<p>diverse per familiarizzare e determinare la confortevole velocità di camminata dei soggetti. Le registrazioni sono state poi eseguite a sei velocità in un ordine fisso: 6,2, 1,4, 3,8, 5,4, 2,2 e 4,6 km / h. Le registrazioni sono iniziate immediatamente senza consentire al soggetto di abituarsi alla nuova velocità e sono durati 30 secondi per ogni velocità. I partecipanti non potevano prevedere se la velocità aumentasse o diminuisse. Le rotazioni angolari dei segmenti del tronco sono state registrate utilizzando un sistema di registrazione del movimento del marker attivo 3D. L'attività EMG dal muscolo LES (erector spinae lombare) sinistra e destra di L2 e L4 sono stati registrati con coppie di elettrodi di superficie.</p>	<p>della velocità, la variabilità della coordinazione toracico-pelvica e lombare-pelvica nel piano trasversale era fortemente ridotta nei soggetti LBP ($p<0.05$), mentre nel piano frontale la coordinazione intersegmentale era più variabile e meno strettamente accoppiata. La variabilità dei pattern residui delle rotazioni toracica e lombare è stata ridotta nel piano trasverso e aumentata nel piano frontale ($p<0.05$). il controllo muscolare nei soggetti LBP mostrava alterazioni del pattern globale ($p<0.01$), una diminuita capacità di adattare l'attività di LES alle variazioni di velocità ($p<0.05$) e un marcato aumento della variabilità del pattern residuo ($p<0.01$) (modificazioni dell'ampiezza, attività addizionale accentuata)</p>
<p>The relationship between hip rotation range of movement and low back pain prevalence in amateur golfers: An observational study</p> <p>E. Murray 2009</p>	<p>Determinare se esistesse una differenza significativa nella rotazione mediale dell'anca della gamba principale tra e all'interno di gruppi di golfisti dilettanti con e senza LBP.</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 64 golfisti dilettanti (43 uomini e 21 donne, range 18-70 anni) sono stati reclutati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 28 giocatori con LBP • Gr Controllo: 36 giocatori sani <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Le misure di outcome primarie erano la rotazione mediale e laterale di entrambe le anche misurate tramite un inclinometro. Le misurazioni si sono svolte con il soggetto in posizione prona che è stato dimostrato essere più affidabile. Il bacino è stato stabilizzato con una cintura a livello delle spine iliache postero-inferiori. L'anca misurata è stata posta a 0 ° di abduzione e il ginocchio è flesso a 90 °. L'anca controlaterale è stata abdotta a 30 °</p>	<p>Il gruppo LBP presentava un deficit di 10° in media della rotazione mediale passiva d'anca principale rispetto ai controlli ($p < 0.001$). Nessuna differenza è stata riscontrata per le stesse misure dell'anca non principale. Il deficit del ROM attivo era 7° ($p < 0.05$). Nessuna differenza statisticamente significativa è stata osservata tra i due gruppi per la rotazione laterale attiva o passiva di entrambe le anche. All'interno del gruppo LBP c'è stata anche una riduzione della rotazione mediale dell'anca principale rispetto all'anca non principale (passivo 7°, attivo 9°) ($p<0.05$).</p>
<p>Asymmetry of lumbopelvic movement patterns during active hip abduction is a risk factor for low back pain development during standing</p> <p>C. J. Sorensen, 2016</p>	<p>Esaminare l'asimmetria del timing del movimento lombo-pelvico durante il test di abduzione dell'anca in PDs (pain developer) rispetto ai NPD (non pain developer), e l'associazione tra l'entità dell'asimmetria e l'intensità del sintomo</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u> 57 soggetti (28 femmine, 29 maschi). 24 (42%) sono stati classificati come PD *Fanno riferimento al campione di un suo studio vecchio</p> <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I partecipanti sono stati istruiti a sollevare la gamba superiore verso il soffitto il più lontano possibile e</p>	<p>I PD mostravano un'asimmetria significativamente maggiore nel timing d'inizio del movimento lombo-pelvico durante l'abduzione dell'anca. Nello specifico i PD hanno mosso la regione lombo-pelvica prima durante l'abduzione dell'anca nella gamba sinistra rispetto a quella destra ($p=0.002$). I NPD non hanno mostrato differenze</p>

	LBP riportata durante lo stare in piedi da parte del PD.	quindi riportarla nella posizione di partenza. Gli è stato detto di tenere il ginocchio dritto e di tenere la gamba in linea con il loro corpo, cercando di non lasciare che il loro tronco o bacino si muovessero. Il lato da testare per primo è stato randomizzato. Le posizioni degli indicatori sono state acquisite utilizzando un sistema di acquisizione del movimento tridimensionale a 8 telecamere. Dopo l'esecuzione delle prove di abduzione dell'anca, i partecipanti sono stati posizionati di fronte a un tavolo di lavoro. I partecipanti si sono quindi fermati per 2 ore svolgendo compiti di lavoro leggero simulato. Ai partecipanti è stato permesso di spostare il loro peso tutte le volte che lo desideravano, ma gli è stato detto di tenere entrambi i piedi per terra la maggior parte del tempo. i partecipanti hanno riferito l'intensità dei loro sintomi LBP sul VAS alla baseline e ogni 15 minuti durante il test in piedi	nel timing di inizio di movimento la quantità di asimmetria era correlata all'intensità del sintomo di LBP. Il modello di movimento asimmetrico è simile ai modelli di movimento in un sottogruppo di persone con LBP clinico, il sottogruppo RotExt.
Analysis of relative kinematic index with normalized standing time between subjects with and without recurrent low back pain P. S. Sung 2016	Studiare la stabilità posturale sulla base dell'indice cinematico relativo degli arti inferiori e del tronco con tempo di rimanenza su una gamba in soggetti con LBP ricorrente durante lo stare sulla gamba dominante e quella non dominante.	POPOLAZIONE: <ul style="list-style-type: none"> Gr Controllo: 29 soggetti (18 maschi, 11 femmine) Gr LBP: 31 soggetti con LBP ricorrente (21 maschi, 10 femmine). PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI: Sei telecamere digitali hanno acquisito il movimento di ciascun marker tridimensionale. I soggetti dovevano rimanere dritti sulle loro gambe dominanti e non dominanti separatamente in ordine casuale per 25 s. Stavano su una piastra di forza con gli occhi chiusi e l'anca e il ginocchio controlaterale flessi a 90°. Ai soggetti è stato chiesto di tenere le braccia lungo i fianchi in posizione eretta, sebbene i movimenti del braccio compensatori fossero autorizzati a mantenere l'equilibrio.	il gruppo di controllo ha dimostrato una durata in piedi significativamente più lunga rispetto al gruppo LBP sia con la gamba dominante ($p = 0,007$) che quella non dominante ($p = 0,013$). l'indice cinematico relativo del core spine model era correlato con la pelvi e il tratto lombare nel gruppo di controllo, mentre il gruppo LBP aveva un indice correlato alle pelvi e tratto toracico inferiore.
Gender differences in asymmetrical limb support patterns between subjects with and without recurrent low back pain	Confrontare i tempi di supporto degli arti nel ciclo del passo e le velocità di cammino tra soggetti con e senza LBP in base alla dominanza degli arti e al genere.	POPOLAZIONE: <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 51 soggetti con LBP ricorrente Gr Controllo: 59 soggetti sani PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI: Ai soggetti è stato chiesto di	La velocità del cammino era significativamente diversa ($p = 0.01$) tra i sessi. I soggetti maschi con LBP hanno dimostrato un significativo aumento del tempo di supporto sul singolo appoggio sull'arto non dominante ($p = 0.004$) e un

P. S. Sung 2017		camminare a piedi nudi a una velocità auto-selezionata su una passerella di 10 metri. Cinematica e cinetica dell'andatura sono state registrate tramite un Motion Analysis System con sei telecamere a infrarossi e due piattaforme di forza.	aumento del tempo di supporto in doppio appoggio sull'arto dominante ($p = 0.04$).
Movements of the pelvis and lumbar spine during walking in people with acute low back pain N. Taylor 2004	Determinare se la misurazione dei movimenti angolari della pelvi e della colonna vertebrale lombare durante la deambulazione potesse essere applicata utilmente alla valutazione delle persone con lombalgia acuta.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gr aLBP: 11 soggetti con LBP acuto • Gr rLBP: 11 soggetti con LBP risolto (stessi soggetti del gruppo acuto rivalutati a 41-52 giorni) • Gr Controllo: 11 soggetti di controllo senza storia di LBP. <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Dati cinematici raccolti tramite un sistema di misurazione del movimento tridimensionale e tramite suole baro-sensibili. Ogni soggetto camminava su un tapis roulant per 10 min, con dieci diverse velocità	Velocità di deambulazione dei partecipanti con aLBP era inferiore al gruppo di controllo e a quelli rLBP ($p < 0,05$). Lunghezza del passo aLBP minore rispetto ai soggetti di controllo e rLBP ($p < 0,01$). No differenze significative nella cadenza del passo nei 3 gruppi. No differenze significative in ampiezza dei movimenti angolari di pelvi e lombare e velocità tra aLBP e controllo. Correlazione negativa significativa tra livello del dolore e ampiezza per i movimenti del piano frontale del tratto pelvico ($p = 0,02$) e flessione laterale lombare (rispetto alla pelvi) ($p = 0,02$) tra aLBP e controllo. Aumento significativo della rotazione assiale pelvica ($p = 0,02$) e flessione laterale lombare (rispetto alla pelvi) ($p = 0,02$) dei soggetti rLBP rispetto a quelli aLBP. Flesso-estensione lombare globale significativamente aumentata ($p = 0,02$) nei sog aLBP rispetto al gruppo rLBP. Inclinazione pelvica significativamente maggiore nei sog. rLBP rispetto al gruppo di controllo a velocità selezionata ($p = 0,03$).
Comparison of lumbo-pelvic kinematics during trunk forward bending and backward return between patients with acute low back pain and asymptomatic controls I. Shojaei 2017	Indagare le differenze nelle condizioni meccaniche della parte bassa della schiena, usando misure della cinematica del tronco, tra donne con e senza LBP acuto.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gr Controllo: 19 donne sane senza LBP • Gr LBP: 19 donne con LBP acuto <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> I partecipanti hanno completato due operazioni di flessione in avanti e di ritorno all'indietro mentre si trovavano al centro di una piattaforma di forza. Durante il primo compito i partecipanti sono stati istruiti a stare	ROM toracico: No differenze significative tra i gruppi. ROM pelvico: Gr LBP aveva un rom maggiore rispetto al controllo ($p < 0.001$). Range di flessione Lombare: Flessione diminuita nel gr LBP rispetto al controllo ($p = 0.003$). Queste 3 variabili presentavano differenze statisticamente significative tra il task a velocità

		in posizione eretta per cinque secondi, flettersi a una velocità auto-selezionata, mantenere la posizione del tronco per 5 s, estendersi indietro fino alla posizione originale verticale, e stare di nuovo in piedi per cinque secondi. Per il secondo compito, i partecipanti hanno eseguito lo stesso compito, ma il più velocemente possibile e senza una pausa alla massima flessione del tronco. Durante queste attività, la cinematica del tronco è stata monitorata utilizzando le unità di misurazione inerziale wireless	auto- selezionata e quello veloce. Rom toracico e pelvico erano aumentati ($p < 0.001$, $p < 0.001$), mentre la flessione lombare diminuita ($p = 0.033$) nel task veloce rispetto all'autoselezionata. Il gr controllo aveva una velocità di flessione lombare maggiore ($P = 0.012$) e una maggiore decelerazione nel ritorno dalla flessione ($p = 0.014$) rispetto a LBP.
The effects of movement speed on kinematic variability and dynamic stability of the trunk in healthy individuals and low back pain patients M. Asgari 2015	Valutare se la variabilità della velocità del movimento influisce sulla variabilità cinematica e sul controllo del movimento del tronco; e in secondo luogo per testare se i pazienti con LBP usano schemi di movimento del tronco alterati e diverse strategie di neurocontrollo rispetto a individui sani.	<u>POPOLAZIONE:</u> <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 14 soggetti con LBP cronico non specifico. Gr Controllo: 12 soggetti sani senza storia di LBP <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> A tutti i soggetti è stato richiesto di eseguire ripetuti movimenti flessione-estensione del tronco consecutivamente nel piano sagittale. Dovevano toccare un bersaglio inferiore con le braccia estese e mantenere le ginocchia estese e i piedi fermi. Eseguiti a 3 diverse velocità: 20 cicli/min, auto-selezionata, 40 cicli/min. Utilizzato un motion analysis system a 6 telecamere per la raccolta dati cinematica.	La variabilità dei movimenti ha una relazione lineare negativa con l'aumentare della velocità. In entrambi i gruppi le misure di variabilità diminuivano all'aumentare della velocità in maniera significativa (tutti i valori con $P = 0.00$ tranne uno con $P = 0.03$). No differenze tra i due gruppi se non per una variabile: tasso di divergenza a lungo termine ($p = 0.03$); implicando che i soggetti LBP esibivano movimenti più stabili rispetto al controllo nel lungo periodo.
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 K. Mitchell 2017	Determinare se ci sono differenze nella colonna vertebrale lombare regionale e nella cinematica delle estremità inferiori nelle persone con e senza LBP durante un compito di step-up.	<u>POPOLAZIONE:</u> Hanno partecipato 37 soggetti di età compresa tra i 18 e i 65 anni. <ul style="list-style-type: none"> Gr LBP: 19 soggetti avevano LBP Gr Controllo: 18 soggetti non avevano storia di LBP. <u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E ANALISI:</u> Un motion capture system ottico 3d a 9 telecamere per la raccolta dati cinematica. Ogni soggetto è stato istruito a salire su un singolo gradino rettilineo (più alto del normale). Doveva salire con un piede, portare sopra l'altro e fermarsi sul gradino. 3 prove per ogni piede a velocità auto-selezionata.	Il gruppo LBP mostrava un movimento del piano sagittale minore ($p = 0.001$) nella colonna lombare inferiore, mentre no differenze significative nella lombare superiore nel piano sagittale, così come negli altri piani di movimento. Per gli arti inferiori no differenze significative sul piano sagittale per anca, ginocchio e caviglia tra i 2 gruppi. Sul piano frontale il gruppo LBP mostrava un movimento significativamente maggiore ($p = 0.001$) al ginocchio, ma nessuna differenza a anca e caviglia. Sul piano trasverso il gruppo LBP ha mostrato un movimento maggiore agli arti

			inferiori rispetto ai controlli (p=0.02).
<p>How consistent are lordosis, range of movement and lumbo-pelvic rhythm in people with and without back pain?</p> <p>R. A. Laird 2016</p>	<p>Studiare e confrontare la consistenza nella postura e nei movimenti del lombo-pelvici (range e pattern) nelle persone con e senza LBP cronico (>12 settimane di durata). Hanno esaminato la consistenza (ripetibilità / stabilità della misurazione) di tre tipi di caratteristiche cinematiche lombo-pelviche: la caratteristica posturale della lordosi, il range di movimento (ROM) di flessione, estensione e flessione laterale e infine i contributi al movimento della lombare rispetto alla pelvi (ritmo lombo-pelvico).</p>	<p><u>POPOLAZIONE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gr LBP: 30 soggetti con LBP • Gr Controllo: 30 soggetti senza LBP <p><u>PROCEDURA, RACCOLTA DATI E</u></p> <p><u>ANALISI:</u></p> <p>Utilizzato un sistema di misurazione inerziale wireless, più 2 elettrodi per raccolta elettromiografica. I soggetti dovevano eseguire una sequenza di movimenti prestabiliti (sono riportati in un file addizionale che non ho).</p>	<p>Non c'era alcuna differenza significativa tra i gruppi per l'angolo di lordosi. C'erano differenze significative per il ROM di flessione pelvica che era aumentato nel gruppo LBP (p =0.04), ROM flessione laterale destra lombare diminuita nei LBP (p=0,04), ROM di flessione laterale destra del tronco diminuita nei LBP (p=0,02) rispetto i controlli. Inoltre, il contributo lombare al ritmo lombo-pelvico nel gruppo LBP era diminuito nei soggetti LBP rispetto il controllo (p=0,044).</p>

Risultati

Alterazioni cinematiche nel rachide

Molti autori hanno focalizzato la loro attenzione sulle differenze e le relazioni tra i vari segmenti del tratto toraco-lombo-pelvico sui tre piani di movimento indagando il range di movimento, il contributo, in termini di movimento, di una regione corporea rispetto un'altra in molteplici tasks funzionali come la flessione in avanti per raccogliere un oggetto, il cammino, le scale, il sedersi, ecc. per comprenderne le relazioni con il LBP.

Alterazioni sul piano sagittale

Alcuni autori hanno trovato differenze nell'allineamento spinale e negli angoli statici, in particolare delle differenze nell'inclinazione pelvica⁷ e nella lordosi lombare^{7 8}.

Indagando il movimento di flessione sul piano sagittale, secondo alcuni autori^{9 10 11 8 12}, i soggetti con LBP mostravano un minor range di movimento nel tratto lombare.

Per Larivière¹³ e Shojiaei¹⁴ a questa limitazione di movimento a livello lombare si associa un aumentato contributo a livello toracico per un possibile compenso nel task di prendere un oggetto mantenendo le gambe distese o similmente compiendo una flessione massima. Per Kuai¹⁵, Laird¹⁶ e Taylor¹⁷ invece, questa limitazione di movimento viene compensata con un aumento dell'inclinazione pelvica, sempre nello stesso compito motorio.

Questa limitazione di movimento del rachide lombare durante la flessione viene riscontrata anche nel prendere un oggetto da terra dalla posizione seduta¹⁰.

La flessione del rachide è stata analizzata anche in molte attività funzionali come salire^{18 19} o scendere²⁰ un gradino, sedersi²¹ e alzarsi da seduto^{22 23}, cammino su

superfici regolari o irregolari²⁴ o anche in rotazioni del tronco con bastone^{25 26}. In tutti questi studi il range di movimento lombare in flessione risulta ridotto durante le varie tasks motorie e mostrando vari compensi toraco-pelvici e all'arto inferiore.

Anche il range di movimento in estensione, secondo alcuni autori^{18 9 27 11 8} risulta ridotto nei soggetti con LBP nel ritorno dalla flessione per esempio.

Da notare che molti altri studi però non hanno riscontrato differenze significative sul piano sagittale negli angoli statici come la lordosi^{16 9}, ROM lombare²⁸ o pelvico^{9 20}, angoli dinamici durante task funzionali^{29 30 31} e nel cammino^{32 33}.

Alterazioni sul piano frontale

Sul piano frontale le differenze sono state indagate in maniera molto minore rispetto al piano sagittale ma in generale, anche qui, molti studi concordano sul fatto che le persone affette da LBP mostrino una riduzione del range di movimento lombare⁹ sul piano frontale nell'attività di sedersi^{34 35}, o nella flessione laterale di tronco^{11 36 16}, o nello scendere da un gradino^{20 16}.

Per Kuai e colleghi, a questa limitazione si associa un aumento della rotazione pelvica durante il compito di flessione in avanti¹⁵ come possibile compenso.

Anche in questo piano di movimento indagato, alcuni autori non hanno trovato differenze significative sul piano frontale tra i soggetti con LBP e i soggetti di controllo sani durante il cammino^{32 12 37} o nella flessione laterale di tronco¹³.

Alterazioni sul piano trasversale

Molto indagate sono anche le alterazioni sul piano trasversale, cioè i movimenti di rotazione del rachide, della zona lombare in particolare nel task motorio del cammino a velocità auto-selezionata o prestabilite. Come analizzato precedentemente sul piano sagittale e frontale non sembrano emergere dalla letteratura informazioni di alterazioni significative in questi due piani di movimento nella zona lombare durante il task motorio del cammino.

Questo non vale per il piano trasversale, infatti dai risultati di svariati studi^{32 38 39 9} sembrerebbe che le persone con LBP mostrino una riduzione delle rotazioni lombari su questo piano durante il cammino ma anche nella corsa^{40 24}.

Questo deficit rotazionale si evince anche in attività come scendere da un gradino²⁰ o nel sedersi e rialzarsi²² e nel compito motorio di eseguire rotazioni del tronco^{36 11}.

Per Sung e colleghi durante la flessione laterale di tronco i soggetti con LBP effettuavano una maggiore rotazione a livello toracico presupponendo un possibile compenso di questa zona per far fronte alla limitazione della zona lombare⁴¹.

Per altri^{39 15} questo compenso avveniva a livello del bacino con un aumento delle rotazioni pelviche durante il cammino. Altre alterazioni presenti sul piano trasversale che erano presenti nei soggetti con LBP era l'asimmetria pelvica^{35 34} anche se riportata da un solo autore in due suoi studi.

Alterazione della variabilità, stabilità e coordinazione del rachide

Oltre alle variabili di ROM sui tre piani di movimento sopradescritte, la letteratura sta ponendo la sua attenzione in maniera più approfondita a fattori quali la coordinazione dei vari segmenti del rachide, il contributo in termini di movimento, la stabilità e la variabilità dei suddetti segmenti intesi come aggiustamenti posturali durante diversi compiti motori tra cui il più studiato, il cammino.

È giusto fare una premessa prima di continuare. Nel cammino i moti dei vari segmenti e la variabilità della coordinazione tra essi vengono spesso descritti dal valore del CRP (continuous relative phase) che al suo variare indica una relazione maggiormente "in-fase" o "fuori fase/ anti-fase" (Fig. 2), infatti una diminuzione del valore CRP indica un movimento più in fase, viceversa l'aumento indica accoppiamento più anti-fase.

In una serie di studi sull'andatura dal punto di vista della teoria dei sistemi dinamici, incentrati sulla coordinazione tra i segmenti corporei (arti superiori e inferiori, pelvi e torace) è stato riportato che sistematicamente il variare (aumento) delle velocità del cammino porta a:

- un cambiamento da una relazione più "in-fase" (cioè segmenti che si muovono nella stessa direzione) tra le rotazioni trasversali toraciche e pelviche a una relazione più anti-fase" (cioè i segmenti si muovono in direzione opposta)^{42 43};

- un cambio del rapporto di frequenza tra arti superiori e inferiori da 2: 1 a 1: 1⁴⁴;
- un passaggio da un coordinamento più o meno in-fase a un coordinamento più o meno “anti-fase” tra gli arti⁴⁴.

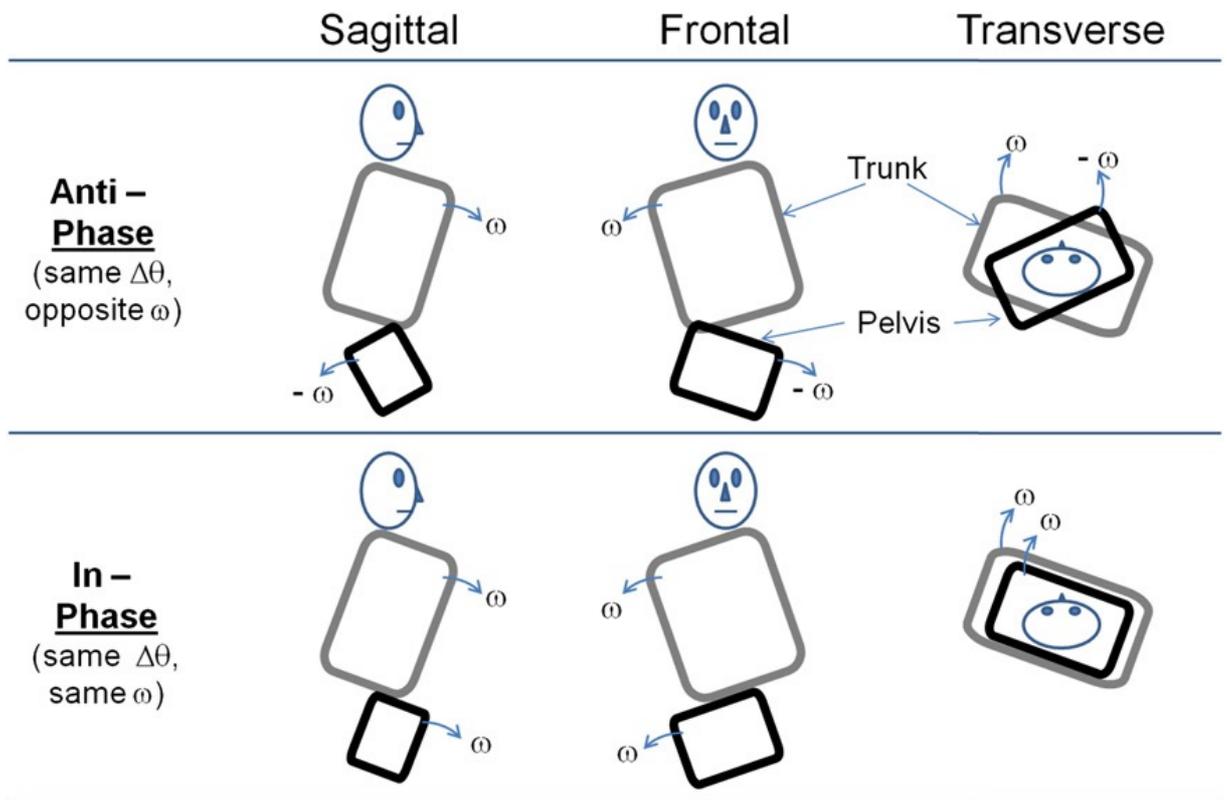


Fig. 2. Rappresentazione visiva delle relazioni in fase e anti-fase per la coordinazione pelvi-tronco in tutti e tre i piani anatomici. θ , spostamento angolare; ω , velocità angolare⁴⁵.

Molti autori hanno riscontrato una maggiore coordinazione in-fase e diminuzione del CRP sul piano trasversale^{46 37 47 40 45 48 49 50 39} dei soggetti affetti da LBP rispetto a soggetti sani all'aumentare della velocità del cammino, altri hanno constatato questa coordinazione più in-fase anche sul piano sagittale⁵¹ e frontale⁴⁰ sempre durante il cammino. Huang e colleghi³⁹ hanno riferito questa diminuzione sia a livello toraco-lombare sia a livello toraco-pelvico a velocità di cammino sempre più elevate. Kim e colleghi⁵² hanno anche loro ritrovato valori diminuiti di CRP nei soggetti con LBP nel cammino col trasporto di un oggetto tra le mani (carico anteriore).

Seay e colleghi^{40 45} anche nel compito di corsa hanno trovato una maggiore coordinazione in-fase sul piano trasversale.

Questi schemi più rigidi di movimento (stereotipati), cioè maggiormente in fase, sono stati osservati anche in attività diverse dal cammino, come la flessione-estensione a velocità diverse^{31 30} e con/senza carico⁵³.

Un'altra variabile che viene analizzata è la stabilità tramite lo stability index o l'RHT (Relative hold time) e l'RST (Relative stability time). Anche questo fattore risulta spesso alterato, in particolare nei soggetti con LBP cronico, come dimostrato da alcuni autori con il one-leg standing test (test di rimanere su una gamba per un determinato periodo di tempo), in cui i soggetti con LBP hanno dimostrato tempi di permanenza più brevi rispetto al controllo⁵⁴ e un stability index ridotto a livello lombo-pelvico⁵⁵ o in tutta la zona toraco-lombare in assenza di feedback visivo⁵⁶.

Anche Sung e colleghi, hanno riscontrato RHT e RST diminuiti, durante il one-leg standing test in assenza di feedback visivo^{57 58} cioè ridotta stabilità della zona lombare nel mantenere una determinata posizione. Per Silfies e colleghi, i soggetti con LBP avevano una riduzione della stabilità dei pattern di movimento indicando una scarsa coordinazione tra bacino e lombare⁵⁹.

Mok e colleghi⁶⁰ notavano ritardi nell'inizio degli aggiustamenti posturali durante delle perturbazioni improvvise e un maggior numero di aggiustamenti nei soggetti con LBP. Queste alterazioni nel timing sono state notate anche da Sorensen e colleghi, nel compito di abduzione d'anca, con anticipazioni posturali della regione lombo-pelvica⁶¹. Viene anche analizzato in diversi studi il contributo, in termini di movimento, del rachide lombare all'interno di un gesto funzionale e spesso questo contributo viene riscontrato ridotto nel tratto lombare, rispetto per esempio all'anca¹⁶ durante il sit-to-stand e stand-to-sit^{23 22}, o rispetto alla zona toracica durante la flessione in avanti¹³ o l'estensione da prono²⁷.

Laird e colleghi, nella loro revisione dimostrano come le persone con LBP mostrino una riduzione consistente, ampia e significativa della capacità di riposizionare accuratamente la colonna vertebrale ad angoli pre-specificati rispetto a quelli senza LBP⁹.

Il fattore velocità è stato anch'esso spesso studiato durante l'esecuzione di un gesto e la differenza di velocità tra i vari segmenti. In tutti gli studi di questa revisione che indagavano questo fattore, i soggetti con LBP avevano una ridotta velocità di esecuzione del gesto richiesto^{23 22 59 62 30 11 36 14 21 11 36}. Nello studio di Tsang³⁰ i

soggetti con LBP sembrerebbero compensare questa riduzione di velocità, aumentando quella all'anca.

Oltre alla velocità anche l'accelerazione alla zona lombare sembrerebbe ridotta durante il cammino⁶³, o la flessione in avanti ripetuta³⁰ e una ridotta decelerazione al ritorno dalla flessione¹⁴.

Inoltre, Kuai e colleghi hanno constatato come soggetti che hanno un LBP riconducibile a ernia del disco, tendano a diminuire le forze di taglio antero-posteriori sui dischi della regione patologica, aumentando invece quelle sugli altri dischi non coinvolti e le forze di compressione erano aumentate su tutti i dischi durante il cammino⁶⁴.

Alterazioni cinematiche degli arti e dello schema del passo

I parametri spazio-temporali dello schema del passo e la cinematica degli arti (nella stragrande maggioranza quelli degli arti inferiori) vengono indagati, anche loro, spesso in letteratura per una possibile correlazione con il LBP e come questi possano influire sul rachide.

Alterazioni cinematiche degli arti inferiori

Sembrerebbe che le persone con LBP durante varie attività attuino una sorta di compenso al livello del ginocchio, come dimostrato da Hernandez²⁰ durante il task di scendere da un gradino, in cui hanno mostrato un maggiore movimento del piano frontale e trasversale.

Lo stesso hanno riscontrato Mitchell e colleghi¹⁹ nell'attività di salire un gradino con differenze significative sul piano frontale con un aumento del movimento sempre a livello del ginocchio e in generale in tutto l'arto inferiore sul piano trasversale.

Anche Gombatto e colleghi¹² nel loro studio mostravano come i soggetti con LBP avevano un maggior movimento a livello del ginocchio sul piano frontale durante l'attività di prendere un oggetto da terra.

Müller e colleghi²⁴, hanno trovato una maggiore estensione del ginocchio nella fase di heel strike, sia durante il cammino su un piano livellato che su un piano irregolare ma

anche durante la corsa su un piano irregolare ipoteticamente per sopperire a un rotazione pelvica diminuita secondo gli autori.

Nel prendere un oggetto da terra dalla posizione seduto, Shum e colleghi¹⁰, hanno riscontrato una maggiore adduzione d'anca come compenso per il rachide lombare.

Murray e colleghi⁶⁵ hanno riscontrato una riduzione nell'intrarotazione d'anca sia passiva che attiva all'arto valutata da prono.

Nell'attività motoria di rotazioni ripetute del tronco Song e colleghi²⁵ rivelano che non ci sono cambiamenti rilevanti agli arti inferiori sui 3 piani di movimento ma bensì limitati alla zona del rachide.

Anche Henchoz e colleghi non hanno rilevato nessuna differenza nei parametri spaziotemporali e nel costo energetico della deambulazione⁶⁶.

Velocità del cammino

In questo campo la letteratura sembrerebbe orientata verso un consenso unanime. Tutti gli studi che hanno indagato questo parametro, risultano concordare sul fatto che i soggetti con LBP a velocità di andatura preferita, cioè auto-selezionata, camminino significativamente più lentamente rispetto al gruppo di controllo con cui sono stati confrontati^{38 67 9 46 24 68 66 51 17}.

Questo non vale per la camminata veloce, infatti, i dati risultano essere controversi poiché alcuni riportano una diminuzione di velocità anche nel task di cammina veloce⁶⁷, altri invece no per i soggetti con LBP limitato alla zona lombare ma si per quelli con LBP che irradia alla gamba^{68 69}.

Hicks e colleghi⁶⁷, hanno notato questa diminuzione di velocità non solo nel cammino normale e veloce ma anche nell'esecuzione di salire e scendere le scale.

Questa diminuzione durante la corsa non sembrerebbe essere presente²⁴.

Parametri spazio-temporali dello schema del passo

Una diminuzione del feedback visivo, durante il cammino ha fatto emergere, come i soggetti con LBP diminuiscano la variabilità del passo soprattutto la variabilità della

distanza minima del piede durante il passo⁷⁰. Lo stesso autore in una condizione di cammino dual-task, ha notato che il gruppo LBP aumentava la variabilità del tempo e della lunghezza del passo rispetto al controllo, implicando una minore stabilità dello schema del passo, ma non la distanza minima del piede⁷¹.

Ebrahimi e colleghi⁵¹ hanno rilevato un pattern di coordinazione pelvi-coscia meno variabile a destra e sinistra su entrambe le fasi di stance e swing nei soggetti con LBP cronico durante il cammino, ma nessuna differenza in coordinazione gamba-coscia e gamba -piede.

Sempre analizzando le variabili spazio-temporali, Hick e colleghi hanno riscontrato un'aumentata larghezza del passo, falcata più corta, tempi di stance più lunghi e periodi più lunghi di doppio appoggio⁶⁷. Lo stesso ha riscontrato Lamoth, per la lunghezza del passo, in cui in tutte le velocità del cammino studiate, i soggetti con LBP avevano una falcata più corta³⁷.

Un parametro che spesso viene analizzato durante il cammino è il GRD (Ground Reaction Force), ovvero la forza di reazione al suolo durante la fase di stance dell'arto, in particolare la componente verticale del GRF perché una sua alterazione, implica una scarsa capacità del soggetto di scaricare o ammortizzare il peso durante il contatto col suolo.

Lee e colleghi, riferiscono una diminuzione di questa componente verticale per i soggetti con LBP che riferisce fino alla gamba ma non per quelli che soffrono di LBP localizzato alla zona lombare⁶⁹ come una sorta di evitamento di carico sull'arto che riferisce dolore, per gli autori. Lo stesso riscontrano Zahraee e colleghi⁷² nella fase di push-off.

Simmonds e colleghi, hanno dimostrato che a velocità di deambulazione preferita le forze mediali e laterali e anteriori erano simili tra i gruppi, ma non per le forze di picco posteriori (cioè forza motrice) che erano significativamente ridotte nei soggetti con LBP⁶⁸.

Uno studio interessante di Farahpour e colleghi⁷³ analizzavano il GRF di soggetti con pronazione del piede associato o meno a LBP. Hanno notato che nei pazienti con piede pronato e LBP, il GRF verticale, invece, era maggiore durante il contatto del tallone e la fase di push-off e invece era ridotta quella medio-laterale nella fase di contatto del tallone rispetto al gruppo con solo pronazione al piede e mostravano forze maggiori

verticali nel contatto del tallone, medio-laterali e antero-posteriori nella fase di spinta rispetto ai soggetti di controllo senza piede pronato e LBP. Per gli autori questo è dovuto dalla scarsa capacità del soggetto di attenuare le forze di reazione che potrebbero quindi scaricarsi e gravare maggiormente nella zona lombare.

Per l'arto superiore Huang e colleghi, hanno dimostrato come a velocità elevate l'oscillazione del braccio era più sfasata rispetto al torace nei soggetti con LBP³⁹ e uno studio di Sung, mostrava un tendenza quasi significativa secondo cui i soggetti con LBP abbiano un velocità angolare ridotta alla spalla durante il cammino⁶².

Discussione

Questa revisione ha cercato di riepilogare la letteratura vigente con l'intento di capire se in soggetti affetti da LBP siano presenti alterazioni biomeccaniche, cinematiche, cinetiche, posturali sia durante il cammino, la corsa ma anche in compiti funzionali di vita quotidiana rispetto a soggetti sani senza storia di LBP o con LBP risolto.

Da tempo è stato ipotizzato che a tale quadro clinico si possano associare alterazioni cinematiche e biomeccaniche, sia come pattern di movimento spinale che come schema del passo ma la letteratura risulta poco chiara e contrastante su quali alterazioni siano presenti in tali soggetti con LBP. A questo si somma una tipologia di studi molto eterogenea sia come variabili analizzate che come strutturazione dello studio stesso.

Tirando le somme di tutte le informazioni che sono state estrapolate e descritte sopra, i soggetti con LBP sembrerebbero diminuire inconsciamente il proprio range di movimento, la velocità e la dissociazione dei vari segmenti (relazione anti-fase), attuando un comportamento di protezione della zona patologica per cercare possibilmente di diminuire le forze di taglio che andrebbero a ripercuotersi sulla zona lombare. Questo potrebbe indurre a schemi stereotipati di movimento a cui si aggiungerebbe probabilmente anche una alterazione del controllo neuro-motorio della zona spinale come si evince dai risultati degli studi che analizzavano la stabilità e la propriocezione lombo-pelvica, culminando nell'auto-mantenimento della patologia e non portando a una risoluzione spontanea.

Da notare che la qualità metodologica degli studi sia molto bassa. Infatti, in quasi nessuno studio gli autori randomizzavano il campione ma bensì associavano controllo e LBP in base a età, altezza, peso, ecc.. per evitare variabili che potrebbero alterare la cinematica e distorcere i risultati perdendo così la randomizzazione.

Lo stesso si ottiene circa per le alterazioni agli arti inferiori. Risulta ancora poco chiaro se e quali meccanismi, soprattutto a livello cinematico, i soggetti con LBP mettano in atto per un eventuale compenso o se queste alterazioni siano la causa scatenante o perdurante della patologia. Anche qui analizzando la variabilità del gesto in condizioni

di riduzione sensoriale o attentiva, emerge che i soggetti con LBP potrebbero presentare un deficit di controllo neuro-motorio in accordo con i risultati trovati analizzando la zona del rachide.

I risultati dei parametri spazio-temporali risultano poco chiari e contrastanti non dando così, possibili delucidazioni sui meccanismi attuati da pazienti lombalgici.

I dati sulla velocità del cammino sembrerebbero quelli con maggior consensus in letteratura, sostenendo che le persone con LBP tendano a diminuire la velocità possibilmente per ridurre le forze che si andrebbero a ripercuotere nella zona lombare, in accordo anche con studi che riferiscono una diminuzione del GRF e delle forze di taglio.

Per l'arto superiore non è possibile trarre considerazioni data la scarsissima quantità di dati trovata.

Anche per gli studi che indagano la cinematica degli arti la qualità metodologica è molto scadente. Il campione quasi mai veniva randomizzato e solo in alcuni studi (quelli in cui si effettuava un task bilaterale, come stare su una gamba, salire e scendere un gradino) avveniva la randomizzazione del task. In questo ambito abbiamo solo studi osservazionali.

Conclusioni

Trarre delle conclusioni esaustive risulta ancora molto difficoltoso.

Sembrerebbe che i soggetti con LBP mostrino una riduzione del range e il contributo lombare al movimento per un possibile meccanismo di protezione, e una ridotta velocità di deambulazione probabilmente per lo stesso motivo. Sarebbe interessante studiare più a fondo la correlazione delle alterazioni cinematiche col dolore e la kinesiophobia. Nella maggior parte degli studi analizzati il dolore e la paura del movimento sono stati valutati al solo scopo di non compromettere il task per imputare le possibili differenze a qualcosa, esclusivamente di origine cinematico ma non la correlazione con esse. La mancanza di studi di buona qualità con alto livello di evidenza probabilmente dovuto all'enorme eterogeneità degli stessi, dalle variabili analizzate, dai metodi di conduzione degli studi, eterogeneità del campione e dei setting di studio, non permette di poter confrontare i dati e quindi trarre informazioni esaustive sulle differenze cinematiche e a maggior ragione trarre considerazioni sulla progettazione di un piano terapeutico personalizzato sul paziente. Sarebbe quindi auspicabile effettuare studi di una migliore qualità metodologica al fine di consentire una generalizzabilità dei risultati.

Bibliografia

1. Andersson GBJ. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*. 1999;354(9178):581-585. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(99)01312-4
2. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2012;379(9814):482-491. doi:10.1016/S0140-6736(11)60610-7
3. Dagenais S, Caro J, Haldeman S. A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *Spine J*. 2008;8(1):8-20. doi:10.1016/j.spinee.2007.10.005
4. Andersson GBJ. Epidemiology of low back pain Epidemiology of low back pain. 1997;6470(April). doi:10.1080/17453674.1998.11744790
5. Taylor JB, Goode AP, George SZ, Cook CE. Incidence and risk factors for first-time incident low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Spine J*. 2014;14(10):2299-2319. doi:10.1016/j.spinee.2014.01.026
6. Shamseer L, Moher D, Clarke M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ*. 2015;349(January):1-25. doi:10.1136/bmj.g7647
7. Chaléat-Valayer E, Mac-Thiong J-M, Paquet J, Berthonnaud E, Siani F, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2011;20(S5):634-640. doi:10.1007/s00586-011-1931-2
8. Miyakoshi N, Kasukawa Y, Ishikawa Y, Nozaka K, Shimada Y. Spinal Alignment and Mobility in Subjects with Chronic Low Back Pain with Walking Disturbance: A Community-Dwelling Study. *Tohoku J Exp Med*. 2010;221(1):53-59. doi:10.1620/tjem.221.53
9. Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014. doi:10.1186/1471-2474-15-229
10. Shum GLK, Crosbie J, Lee RYW. Movement coordination of the lumbar spine and hip during a picking up activity in low back pain subjects. *Eur Spine J*.

- 2006;16(6):749-758. doi:10.1007/s00586-006-0122-z
11. Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pfingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. *Clin J Pain*. 2015;31(10):876-885. doi:10.1097/AJP.000000000000190
 12. Gombatto SP, D'Arpa N, Landerholm S, 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;28(2017):25-31. doi:10.1016/j.msksp.2016.12.017
 13. 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;15(6):407-416. doi:10.1016/S0268-0033(00)00006-1
 14. Shojaei I, Salt EG, Hooker Q, Van Dillen LR, Bazrgari B. Comparison of lumbo-pelvic kinematics during trunk forward bending and backward return between patients with acute low back pain and asymptomatic controls. *Clin Biomech*. 2017. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.12.005
 15. Kuai S, Zhou W, Liao Z, et al. Influences of lumbar disc herniation on the kinematics in multi-segmental spine, pelvis, and lower extremities during five activities of daily living. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):1-13. doi:10.1186/s12891-017-1572-7
 16. Laird RA, Kent P, Keating JL. How consistent are lordosis, range of movement and lumbo-pelvic rhythm in people with and without back pain? *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17(1):1-14. doi:10.1186/s12891-016-1250-1
 17. Taylor N, Goldie P, Evans O. Movements of the pelvis and lumbar spine during walking in people with acute low back pain. *Physiother Res Int*. 2004;9(2):74-84. doi:10.1002/pri.304
 18. Lee JK, Desmoulin GT, Khan AH, Park EJ. Comparison of 3D spinal motions during stair-climbing between individuals with and without low back pain. *Gait Posture*. 2011;34(2):222-226. doi:10.1016/j.gaitpost.2011.05.002
 19. Mitchell K, Porter M, Anderson L, 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;18(1):1-9.

doi:10.1186/s12891-017-1721-z

20. Hernandez A, Gross K, Gombatto S. Differences in lumbar spine and lower extremity kinematics during a step down functional task in people with and people without low back pain. *Clin Biomech.* 2017;47:46-52.
doi:10.1016/j.clinbiomech.2017.05.012
21. Christe G, Redhead L, Legrand T, Jolles BM, Favre J. Multi-segment analysis of spinal kinematics during sit-to-stand in patients with chronic low back pain. *J Biomech.* 2016;49(10):2060-2067. doi:10.1016/j.jbiomech.2016.05.015
22. Shum GLK, Crosbie J, Lee RYW. Three-dimensional kinetics of the lumbar spine and hips in low back pain patients during sit-to-stand and stand-to-sit. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(7):211-219. doi:10.1097/01.brs.0000259204.05598.10
23. Shum GLK, Crosbie J, Lee RYW. Effect of low back pain on the kinematics and joint coordination of the lumbar spine and hip during sit-to-stand and stand-to-sit. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(17):1998-2004.
doi:10.1097/01.brs.0000176195.16128.27
24. Müller R, Ertelt T, Blickhan R. Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running. *J Biomech.* 2015;48(6):1009-1014.
doi:10.1016/j.jbiomech.2015.01.042
25. Song AY, Jo HJ, Sung PS, Kim YH. Three-dimensional kinematic analysis of pelvic and lower extremity differences during trunk rotation in subjects with and without chronic low back pain. *Physiotherapy.* 2012;98(2):160-166.
doi:10.1016/j.physio.2011.02.005
26. Sung PS, Park WH, Kim YH. Three-dimensional kinematic lumbar spine motion analyses of trunk motion during axial rotation activities. *J Spinal Disord Tech.* 2012;25(3):74-80. doi:10.1097/BSD.0b013e3182404b87
27. 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 Sport Phys Ther.* 2016.
doi:10.2519/jospt.2016.6159
28. Sánchez-Zuriaga D, López-Pascual J, Garrido-Jaén D, García-Mas MA. A comparison of lumbopelvic motion patterns and erector spinae behavior between asymptomatic subjects and patients with recurrent low back pain

- during pain-free periods. *J Manipulative Physiol Ther.* 2015;38(2):130-137.
doi:10.1016/j.jmpt.2014.11.002
29. Mitchell T, O'Sullivan PB, Burnett AF, Straker L, Smith A. Regional differences in lumbar spinal posture and the influence of low back pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:1-11. doi:10.1186/1471-2474-9-152
 30. Tsang SMH, Szeto GPY, Li LMK, Wong DCM, Yip MMP, Lee RYW. The effects of bending speed on the lumbo-pelvic kinematics and movement pattern during forward bending in people with and without low back pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):1-11. doi:10.1186/s12891-017-1515-3
 31. Asgari M, Sanjari MA, Mokhtarinia HR, Moeini Sedeh S, Khalaf K, Parnianpour M. The effects of movement speed on kinematic variability and dynamic stability of the trunk in healthy individuals and low back pain patients. *Clin Biomech.* 2015;30(7):682-688. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.05.005
 32. Gombatto SP, Brock T, DeLork A, Jones G, Madden E, Rinere C. Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain. *Gait Posture.* 2015;42(4):539-544. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.08.010
 33. Christie G, Kade F, Jolles BM, Favre J. Chronic low back pain patients walk with locally altered spinal kinematics. *J Biomech.* 2017;60(June):211-218. doi:10.1016/j.jbiomech.2017.06.042
 34. Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, Wassersug R. Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: A comparison with standing. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(5):135-143. doi:10.1097/01.brs.0000201325.89493.5f
 35. 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. doi:10.1097/01.brs.0000197665.93559.04
 36. Wong TKT, Lee RYW. Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip. *Hum Mov Sci.* 2004;23(1):21-34. doi:10.1016/j.humov.2004.03.004
 37. Lamothe CJC, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PIJM, Beek PJ. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: Changes in motor control. *Eur Spine J.* 2005;15(1):23-40.

doi:10.1007/s00586-004-0825-y

38. Crosbie J, De Faria Negrão Filho R, Nascimento DP, Ferreira P. Coordination of spinal motion in the transverse and frontal planes during walking in people with and without recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(5). doi:10.1097/BRS.0b013e318281de28
39. Huang YP, Bruijn SM, Lin JH, et al. Gait adaptations in low back pain patients with lumbar disc herniation: Trunk coordination and arm swing. *Eur Spine J*. 2011;20(3):491-499. doi:10.1007/s00586-010-1639-8
40. Seay JF, Van Emmerik REA, Hamill J. Influence of low back pain status on pelvis-trunk coordination during walking and running. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(16). doi:10.1097/BRS.0b013e3182015f7c
41. 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;38:50-55. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.08.006
42. Van Emmerik REA, Wagenaar RC. Effects of walking velocity on relative phase dynamics in the trunk in human walking. *J Biomech*. 1996;29(9):1175-1184. doi:10.1016/0021-9290(95)00128-X
43. Wagenaar RC, Beek WJ. Hemiplegic gait: A kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech*. 1992;25(9):1007-1015. doi:10.1016/0021-9290(92)90036-Z
44. Craik R, Herman RM FF. *Human Solutions for Locomotion: Interlimb Coordination*. New York: Springer US; 1976. doi:10.1007/978-1-4757-0964-3
45. Seay JF, Van Emmerik REA, Hamill J. Low back pain status affects pelvis-trunk coordination and variability during walking and running. *Clin Biomech*. 2011;26(6):572-578. doi:10.1016/j.clinbiomech.2010.11.012
46. Lamoth CJC, Meijer OG, Wuisman PIJM, van Dieën JH, Levin MF, Beek PJ. Pelvis-Thorax Coordination in the Transverse Plane During Walking in Persons With Nonspecific Low Back Pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):E92-E99. doi:10.1097/00007632-200202150-00016
47. Lamoth CJC, Daffertshofer A, Meijer OG, Beek PJ. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. *Gait Posture*. 2006;23(2):230-239.

doi:10.1016/j.gaitpost.2005.02.006

48. Selles RW, Wagenaar RC, Smit TH, Wuisman PIJM. Disorders in trunk rotation during walking in patients with low back pain : a dynamical systems approach. 2001;16:175-181.
49. Smith JA, Kulig K. Trunk-pelvis coordination during turning: A cross sectional study of young adults with and without a history of low back pain. *Clin Biomech.* 2016;36:58-64. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.05.011
50. van den Hoorn W, Bruijn SM, Meijer OG, Hodges PW, van Dieën JH. Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain. *J Biomech.* 2012;45(2):342-347. doi:10.1016/j.jbiomech.2011.10.024
51. Ebrahimi S, Kamali F, Razeghi M, Haghpanah SA. Comparison of the trunk-pelvis and lower extremities sagittal plane inter-segmental coordination and variability during walking in persons with and without chronic low back pain. *Hum Mov Sci.* 2017;52:55-66. doi:10.1016/j.humov.2017.01.004
52. Kim T, Chai E. Trunk and pelvic coordination at various walking speeds during an anterior load carriage task in subjects with and without chronic low back pain. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2353-2356. doi:10.1589/jpts.27.2353
53. Mokhtarinia HR, Sanjari MA, Chehrehrazi M, Kahrizi S, Parnianpour M. Trunk coordination in healthy and chronic nonspecific low back pain subjects during repetitive flexion-extension tasks: Effects of movement asymmetry, velocity and load. *Hum Mov Sci.* 2016;45:182-192. doi:10.1016/j.humov.2015.11.007
54. Sung PS, Danial P. Analysis of relative kinematic index with normalized standing time between subjects with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J.* 2017;26(2):518-527. doi:10.1007/s00586-016-4727-6
55. Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(8):1297-1303. doi:10.1007/s00586-010-1686-1
56. Sung PS, Leininger PM. A kinematic and kinetic analysis of spinal region in subjects with and without recurrent low back pain during one leg standing. *Clin Biomech.* 2015;30(7):696-702. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.05.003
57. Sung PS, Yoon B, Lee DC. Lumbar spine stability for subjects with and without

- low back pain during one-leg standing test. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(16):753-760. doi:10.1097/BRS.0b013e3181d53b9c
58. Sung PS, Maxwell MJ. Kinematic chain reactions on trunk and dynamic postural steadiness in subjects with recurrent low back pain. *J Biomech*. 2017;59:109-115. doi:10.1016/j.jbiomech.2017.06.001
59. Silfies SP, Bhattacharya A, Biely S, Smith SS, Giszter S. Trunk control during standing reach: A dynamical system analysis of movement strategies in patients with mechanical low back pain. *Gait Posture*. 2009;29(3):370-376. doi:10.1016/j.gaitpost.2008.10.053
60. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Changes in lumbar movement in people with low back pain are related to compromised balance. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(1):45-52. doi:10.1097/BRS.0b013e3181dfce83
61. Sorensen CJ, Johnson MB, Norton BJ, Callaghan JP, Van Dillen LR. Asymmetry of lumbopelvic movement patterns during active hip abduction is a risk factor for low back pain development during standing. *Hum Mov Sci*. 2016;50:38-46. doi:10.1016/j.humov.2016.10.003
62. Sung PS. A kinematic analysis for shoulder and pelvis coordination during axial trunk rotation in subjects with and without recurrent low back pain. *Gait Posture*. 2014;40(4):493-498. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.06.001
63. Moe-Nilssen R, Ljunggren AE, Torebjörk E. Dynamic adjustments of walking behavior dependent on noxious input in experimental low back pain. *Pain*. 1999;83(3):477-485. doi:10.1016/S0304-3959(99)00153-0
64. Kuai S, Liao Z, Zhou W, et al. The Effect of Lumbar Disc Herniation on Musculoskeletal Loadings in the Spinal Region During Level Walking and Stair Climbing. *Med Sci Monit*. 2017;23:3869-3877. doi:10.12659/MSM.903349
65. Murray E, Birley E, Twycross-Lewis R, Morrissey D. The relationship between hip rotation range of movement and low back pain prevalence in amateur golfers: An observational study. *Phys Ther Sport*. 2009;10(4):131-135. doi:10.1016/j.ptsp.2009.08.002
66. Henchoz Y, Soldini N, Peyrot N, Malatesta D. Energetics and mechanics of walking in patients with chronic low back pain and healthy matched controls. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(11):2433-2443. doi:10.1007/s00421-015-3227-4

67. Hicks GE, Sions JM, Coyle PC, Pohlig RT. Altered spatiotemporal characteristics of gait in older adults with chronic low back pain. *Gait Posture*. 2017;55(September 2016):172-176. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.04.027
68. Simmonds MJ, Lee CE, Etnyre BR, Morris GS. The influence of pain distribution on walking velocity and horizontal ground reaction forces in patients with low back pain. *Pain Res Treat*. 2012;2012. doi:10.1155/2012/214980
69. Lee CE, Simmonds MJ, Etnyre BR, Morris GS. Influence of Pain Distribution on Gait Characteristics in Patients With Low Back Pain Part 1 : Vertical Ground Reaction Force. 2007;32(12):1329-1336.
70. Hamacher D, Hamacher D, Krowicki M, Schega L. Gait Variability in Chronic Back Pain Sufferers With Experimentally Diminished Visual Feedback: A Pilot Study. *J Mot Behav*. 2016;48(3):205-208. doi:10.1080/00222895.2015.1073136
71. Hamacher D, Hamacher D, Herold F, Schega L. Are there differences in the dual-task walking variability of minimum toe clearance in chronic low back pain patients and healthy controls? *Gait Posture*. 2016;49:97-101. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.06.026
72. Zahraee MH, Karimi MT, Mostamand J, Fatoye F. Analysis of asymmetry of the forces applied on the lower limb in subjects with nonspecific chronic low back pain. *Biomed Res Int*. 2014;2014. doi:10.1155/2014/289491
73. Farahpour N, Jafarnezhad AA, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. *J Biomech*. 2016;49(9):1705-1710. doi:10.1016/j.jbiomech.2016.03.056