



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2015/2016

Campus Universitario di Savona

La correlazione tra LBP e impairment dell'equilibrio e del controllo posturale: revisione della letteratura

Candidato:

Dr.ssa FT Simmini Samuela

Relatore:

Dr.ssa FT OMT Casagrande Carolina

*“È proprio la possibilità di realizzare un sogno che
rende la vita interessante”*

Paulo Coelho

ABSTRACT

BACKGROUND: Il Low Back Pain (LBP) rappresenta un importante problema clinico, economico e sociale. Per capire la reale portata del problema basti pensare che la lombalgia può colpire dal 60% al 80% degli adulti almeno una volta nella vita e che la tendenza alla cronicizzazione è del 15-20%. In un quadro di LBP si verificano pattern disfunzionali di movimento responsabili del mantenimento della sintomatologia algica, che potrebbero influenzare nel tempo i meccanismi di controllo motorio e posturale.

OBIETTIVI: Questa revisione ha come obiettivo visionare e mettere a confronto gli studi che hanno valutato soggetti sani e con LBP in differenti situazioni e condizioni di instabilità, tutto ciò per cercare di chiarire se esiste o meno una correlazione tra il problema LBP e alterazione del controllo motorio e posturale.

MATERIALI E METODI: La ricerca è stata effettuata attraverso il motore di ricerca PubMed da settembre 2016 ad Aprile 2017 selezionando solo studi cross – sectional fatti su umani, in lingua inglese e di cui era disponibile il full text.

RISULTATI: In stazione eretta i soggetti con LBP dimostrano avere dipendenza dalla vista, aumento delle oscillazioni del CoP, ridotte strategie di anca, diminuzione dei movimenti anticipatori e, in presenza di compiti cognitivi, un calo di oscillazioni posturali e diminuita performance. In soggetti su seduta instabile si è osservato aumento del ROM dell'anca, diminuito ROM della colonna e lordosi lombare. Infine valutando attività dinamiche si è evidenziato una correlazione tra intensità del LBP e aumento delle oscillazioni del CoP, diminuita flessione lombare e aumento del ROM anca compensatorio.

CONCLUSIONI: Vista la netta correlazione tra il problema LBP e le alterazione del controllo posturale, si sottolinea l'importanza di effettuare, durante la valutazione, un esame dell'equilibrio nei soggetti con LBP per evidenziare e osservare ulteriormente le differenti strategie messe in atto durante il mantenimento della postura statica e dinamica e osservare come queste si modificano dopo trattamento.

Keywords: *lumbar spine, proprioception, postural stability, center of pressure, postural balance.*

INDICE

INTRODUZIONE	1
MATERIALI E METODI	3
RISULTATI	
Tabella sinottica degli articoli inclusi	5
DISCUSSIONE	25
CONCLUSIONI	31
BIBLIOGRAFIA	33
RINGRAZIAMENTI	37

INTRODUZIONE

Il Low back pain (LBP), termine con cui si identifica il dolore localizzato tra l'arcata inferiore della 12-esima costa e la piega glutea inferiore, rappresenta un importante problema clinico, economico e sociale (*Manchikanti et al 2000*). Per capire la reale portata del problema basti pensare che la lombalgia può colpire dal 60% al 80% degli adulti almeno una volta nella vita e che la tendenza alla cronicizzazione è del 15-20% (*Gobel H et al 2001*).

Da un punto di vista prettamente biomeccanico, in un quadro di LBP si verificano pattern disfunzionali di movimento responsabili del mantenimento della sintomatologia algica, che potrebbero influenzare nel tempo i meccanismi di controllo motorio e posturale. Il controllo posturale è definito come la capacità di un individuo di mantenere e ritornare al suo stato di equilibrio del corpo.

Nell'uomo il mantenimento dell'equilibrio è un compito complesso, affidato e coordinato da un sistema particolarmente sofisticato e accurato che integra le informazioni sensoriali raccolte e pianifica dei pattern di movimenti mirati a mantenere una normale postura. Un buon controllo posturale richiede un sistema di input che raccolga le informazioni, un centro di integrazione per ricevere ed interpretare queste informazioni e preparare risposte e un sistema effettore per dare risposte idonee e corrette. (*Luoto et al 1998*). Tale sistema, adibito al controllo posturale, è costituito nello specifico da 3 parti (*Mergner T et al 1998*):

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

La comunicazione dei tre sistemi di percezione permette il mantenimento del baricentro all'interno della base di appoggio del corpo in relazione agli spostamenti dovuti alle interazioni con l'ambiente circostante. Se solo uno di questi sistemi si altera, l'informazione arriva errata e si genera un conflitto senso-motorio con alterazioni del movimento o del controllo posturale (*Massion e al 1992*)

Numerosi sono gli studiosi e i ricercatori che si sono soffermati a valutare quali meccanismi porterebbero a queste alterazioni di movimento, provando a valutare soggetti sani e con LBP in

differenti situazioni e condizioni di instabilità, tutto ciò per cercare di chiarire se esiste o meno una correlazione tra il problema LBP e alterazione del controllo motorio e posturale.

Questa revisione ha come obiettivo, quindi, visionare, valutare e mettere a confronto gli studi che hanno provato a dare risposte a questi quesiti e fare una fotografia dell'odierna letteratura scientifica.

MATERIALI E METODI

Per la realizzazione di questo elaborato di tesi è stata condotta una ricerca da settembre 2016 ad aprile 2017 consultando la banca dati informatica di *PubMed*.

La ricerca degli articoli nella banca dati *on-line* è stata condotta inserendo le seguenti parole chiave in lingua inglese: " low back pain", "balance", "control", "postural", "assessment", "evaluation", "test", "predictive factor", " examination", "analysis".

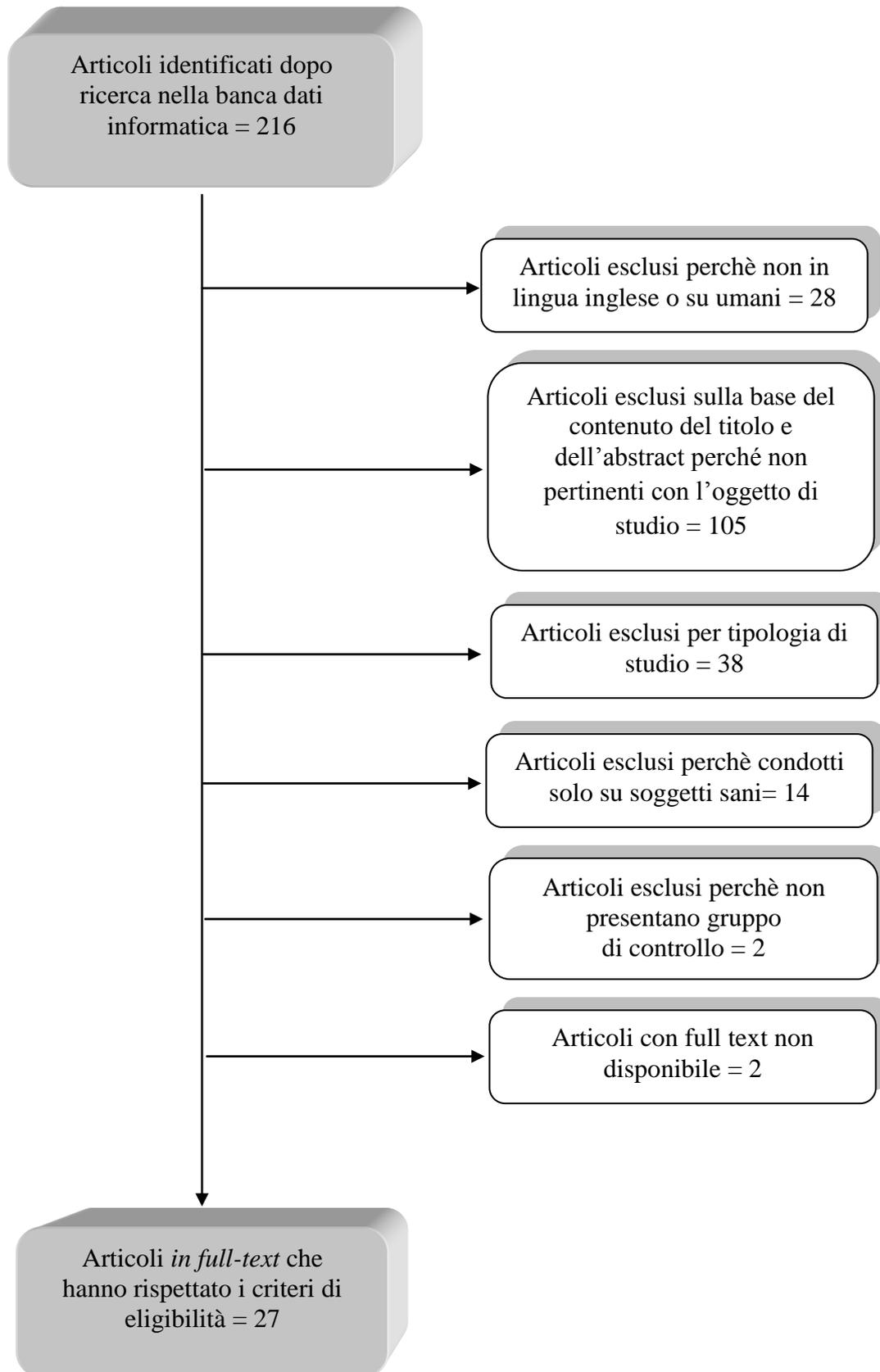
Le parole chiave sono state combinate con gli operatori booleani AND, NOT e OR riportando così la seguente stringa di ricerca utilizzata:

"low back pain" AND (("postural") AND ("balance" OR "control")) AND (assessment OR assessing OR evaluation OR test OR "predictive factor" OR examination OR analysis) NOT (training OR exercises OR exercise)

Sono stati quindi analizzati gli articoli che rispettavano i seguenti domini di inclusione:

- articoli scritti in lingua inglese o italiana
- studi esclusivamente condotti su specie umana
- articoli dei quali fosse possibile la consultazione dell'abstract

Criteri di esclusione sono stati: articoli con abstract e titolo non pertinenti l'argomento oggetto di studio, articoli con tipologie di studio diversi dal cross-sectional, studi su soggetti sani, studi senza alcun gruppo di controllo e articoli con full text non disponibile. (*vedi Tabella 1*)



1. Tabella riassuntiva degli articoli selezionati

RISULTATI

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

<i>RIF BIBLIOGRAFICO</i>	<i>DISEGNO DI STUDIO</i>	<i>OBIETTIVO</i>	<i>PARTECIPANTI</i>	<i>METODOLOGIA</i>	<i>RISULTATI</i>
Hooper TL,2016 Dynamic balance as measured by the Y-Balance Test is reduced in individuals with low back pain: A cross-sectional comparative study.	Osservazionale-cross sectional	Effetti di LBP corrente, storia di LBP e soggetti sani su Y balance test.	42 soggetti divisi in 3 gruppi : LBP corrente, storia di LBP e gruppo di controllo.	Valutazione dell'YBT in direzione anteriore, posterolaterale (PL), posteromediale (PM).	Il YBT è in grado di rilevare deficit di equilibrio dinamico in individui con LBP. La prestazione dell'YBT è ridotta nei soggetti con LBP corrente e con storia di LBP nelle direzioni PL e PM ma non anteriore.
Bauer CM 2015 Pain intensity attenuates movement control of the lumbar spine in low back pain.	Osservazionale-cross sectional	Effetti dell'intensità di LBP sul controllo del movimento lombare durante due test di direzione specifica del controllo del movimento (DSMC)	63 pz con LBP sub acuto o cronico e 31 asintomatici tra i 18 e 65 anni.	Utilizzo di sistema di misurazione inerziale (IMU) su sacro, L1 e coscia destra durante l'esecuzione di due test di direzione specifica del controllo del movimento (DSMC): "Sitting knee extension" e	L'intensità di LBP ha effetto sul controllo del movimento lombare e si manifesta nella variabilità di schemi di movimento lombari, ma non in DSMC.

		e un movimento ripetitivo (RM).		"Waiters bow", e durante l'esecuzione di movimenti ripetitivi (RM) quale "Pick up a box".	Prove di RM, in contrasto con le prove DSMC, potrebbero riflettere meglio il controllo dei movimenti lombare nelle attività della vita quotidiana, che a loro volta potrebbero essere di maggiore rilevanza per lo sviluppo, la persistenza e l'intensità del mal di schiena.
Sung W 2015 Trunk motor control deficits in acute and sub acute low back pain are not associated with pain or fear of movement.	Osservazionale-cross sectional	Identificare impairment del controllo motorio in un sottogruppo di pazienti con LBP acuto e subacuto che sono stati identificati avere MCI e determinare l'associazione di questi disturbi con il dolore e la paura del movimento.	33 pazienti con LBP acuto e subacuto e con Movement Coordination Impairment (MCI) e 33 soggetti asintomatici.	Il centro di pressione è stato misurato mentre i soggetti erano seduti su una piattaforma su superficie instabile e tentavano di controllare la postura del tronco e il movimento con occhi aperti e chiusi.	Il controllo posturale con occhi chiusi e la precisione del movimento erano significativamente alterati nei pazienti con LBP acuto e subacuto, ma non vi è associazione tra questi impairment e la paura del movimento o il dolore.
Mazaheri M 2014 Competing effects of pain and fear of pain on postural control in low back pain?	Osservazionale-cross sectional	Determinare se il dolore e la paura del dolore hanno effetti sulle oscillazioni posturali nei pazienti con LBP.	3 gruppi da 20 partecipanti ciascuno: recente storia di LBP (almeno 6	Ogni partecipante è stato esposto a 4 diverse condizioni combinate di base di appoggio (BOS) largo e stretto, e carico cognitivo a singolo e	Ci sono effetti sulle oscillazioni posturali date dal dolore, ma non dalla paura del dolore. I pazienti con LBP

			settimane di LBP nell'ultimo anno con VAS odierna inferiore a 3 punti), LBP corrente (nelle ultime 6 settimane con VAS di punteggio di 3 o maggiore)e no LBP.	doppio compito(COG), presentati in modo casuale. Ogni condizione prevedeva 3 prove da 60 secondi con un periodo di riposo di 60 secondi. In tutti gli studi, i partecipanti erano in piedi, a piedi nudi sulla piattaforma di forza con le mani ai lati del corpo e i piedi separati alla larghezza delle spalle.	corrente registrano maggiori oscillazioni posturali e frequenza minore rispetto agli altri gruppi. E' stato richiesto più sforzo cognitivo per i soggetti con LBP in particolare per compiti di difficoltà crescente.
Schelldorfer S 2015 Low back pain and postural control, effects of task difficulty on centre of pressure and spinal kinematics.	Osservazionale-cross sectional	Se ci sono differenze di adattamento del controllo posturale della colonna , dell'anca e del centro di pressione (COP) tra soggetti con LBP e asintomatici.	57 soggetti con LBP e 22 asintomatici tra i 18 e 65 anni.	I movimenti della colonna vertebrale e dell'anca sono stati misurati utilizzando quattro unità di misura inerziale (IMU),il COP con Wii-balance board. E' stato chiesto ai partecipanti di stare in piedi con le braccia incrociate al petto e sottoporsi a queste 3 prove, da ripetere 3 volte per 1 minuto ciascuna: - piedi uniti su superficie ferma con occhi aperti; -piedi uniti su superficie ferma con occhi chiusi; -piedi uniti su superficie instabile con occhi chiusi.	Ci sono differenti strategie di adattamento del controllo posturale tra pazienti con LBP e asintomatici sul piano frontale e sagittale quando la condizione visiva cambia da occhi aperti a chiusi. Ciò indica che i pazienti LBP hanno bisogno di maggiori strategie di adattamento per il controllo posturale con movimenti del tronco rispetto agli asintomatici.

<p>Sherafat S 2014</p> <p>Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain.</p>	<p>Osservazionale-cross sectional</p>	<p>Lo scopo di questo studio era di confrontare l'effetto del dual -tasking sulle prestazioni posturali e cognitive tra soggetti con e senza lombalgia cronica aspecifica.</p>	<p>15 soggetti con LBP cronico e 15 asintomatici</p>	<p>Il Biodex Balance System è stato utilizzato per valutare la performance del sistema posturale e la stabilità antero-posteriore (APSI), il medio-laterale (MLSI) e stabilità complessiva (OASI) con occhi aperti e chiusi. Si è aggiunta la difficoltà del compito cognitivo con o senza Stroop test uditivo.</p>	<p>I risultati hanno dimostrato che nel moderato livello di difficoltà del compito posturale, la differenza tra asintomatici e gruppo CLBP era significativa. I soggetti con LBP cronico hanno registrato bassa stabilità posturale dinamica in condizioni di dual tasking nel moderato livello di difficoltà del compito posturale. Le difficoltà del dual -tasking influenzano le prestazioni posturali.</p>
<p>Freddolini M 2014</p> <p>Dynamic stability of the trunk during unstable sitting in people with low back pain.</p>	<p>Osservazionale-cross sectional</p>	<p>Valutare la stabilità dinamica e cinematica del tronco durante la seduta instabile e determinare le differenze di questi parametri biomeccanici tra soggetti con LBP e sani.</p>	<p>23 soggetti con LBP e 31 asintomatici.</p>	<p>I soggetti sono stati legati ad una sedia,costruita su misura, in una posizione comoda, con gli arti inferiori e bacino immobilizzati e braccia conserte. Ai soggetti è stato permesso di oscillare liberamente per familiarizzare con la seduta. Due angoli di inclinazione sono stati testati in ordine casuale, 10° e 20° senza preavviso ai soggetti.</p>	<p>I soggetti con LBP mostrano diminuita lordosi lombare e riduzione dei movimenti della colonna vertebrale, accompagnati da aumento dei movimenti dell'anca. Tuttavia, la stabilità dinamica non è stata compromessa da LBP, non solo in termini di precisione, ma anche il modo di recuperare l'equilibrio.</p>

				Veniva chiesto poi di raggiungere una posizione di equilibrio stabile il prima possibile.	
<p>Oyarzo CA 2014</p> <p>Postural control and low back pain in elite athletes comparison of static balance in elite athletes with and without low back pain.</p>	Osservazionale-cross sectional	Valutare l'effetto del LBP in equilibrio statico in atleti di alto livello.	20 atleti con LBP e 24 atleti sani	<p>Lo studio è stato eseguito su una piattaforma posturografica computerizzata utilizzando un protocollo di valutazione comprendente tre sub tests da 30 secondi. I soggetti sono stati invitati a stare a piedi nudi in stazione eretta con le braccia lungo i fianchi.</p> <p>Il punto di riferimento visivo è stato posto a livello occhio alla distanza di 50 cm e la prova è stata effettuata in silenzio per evitare distrazioni. La posizione bipodolica è stata registrata per 90 secondi.</p> <p>Per i primi 30 secondi al soggetto è stato chiesto di guardare avanti e minimizzare il vettore centrale sullo schermo, ossia centro di pressione (COP) e lo spostamento individuale.</p> <p>Dopo 30 secondi al</p>	<p>Atleti con LBP utilizzano significativamente più energia e hanno uno spostamento maggiore del COP con gli occhi aperti rispetto a soggetti sani di controllo.</p> <p>Con gli occhi chiusi non si sono evidenziate differenze statisticamente significative tra i due gruppi.</p>

				<p>soggetto è stato chiesto di guardare dritto e rimanere in piedi. Per gli ultimi 30 secondi è stato chiesto di rimanere nella stessa posizione con gli occhi chiusi.</p>	
<p>Shenoy S 2013</p> <p>Long latency reflex response of superficial trunk musculature in athletes with chronic low back pain.</p>	<p>Osservazionale-cross sectional</p>	<p>L'obiettivo dello studio è confrontare l'ampiezza di latenza di risposta riflessa in atleti con LBP cronico e atleti asintomatici.</p>	<p>24 atleti con LBP cronico e 25 atleti asintomatici</p>	<p>EMG di superficie è stato applicato su Retto dell'Addome e Erettori Spinali. I soggetti erano in stazione eretta con bacino immobilizzati da un sostegno posteriormente e anteriormente per trattenere eventuali movimenti inutili. Sono stati eseguiti 3 studi con perturbazioni attese e inattese. Per gli studi attesi, il soggetto era in piedi in piedi rilassato con braccia aperte. Per le prove impreviste, il soggetto è stato bendato e sono state fornite cuffie, in modo da occludere sia vista e l'udito.</p>	<p>Gli atleti con LBP cronico rispondono in modo diverso a perturbazioni attese e impreviste: essi presentano un ritardo nella comparsa di latenza a perturbazioni impreviste e ridotta ampiezza di risposta di latenza rispetto agli atleti asintomatici. Questi risultati dimostrano che atleti con LBP cronico hanno maggior rischio di ricorrenti mal di schiena e re-infortunio a causa di alterate risposte muscolari alle perturbazioni.</p>

<p>Sung PS 2013</p> <p>A compensation of angular displacements of the hip joints and lumbosacral spine between subjects with and without idiopathic low back pain during squatting.</p>	<p>Osservazionale-cross sectional</p>	<p>Lo scopo di questo studio era di confrontare modifiche tridimensionali cinematiche della colonna lombare e delle anche tra soggetti con e senza LBP cronico durante lo squat.</p>	<p>15 soggetti con LBP cronico e 15 sani.</p>	<p>Lo squat è stato condotto presso il Laboratorio di Analisi del movimento. I partecipanti avevano il corpo pieno di marcatori riflettenti Helen Hayes attaccati a siti specifici sui loro corpi con anelli di nastro adesivo (piede, gamba, coscia, bacino, e colonna vertebrale lombare per catturare sia arto e movimenti lombosacrale). I soggetti erano in piedi su una superficie con gli occhi aperti e hanno eseguito 5 squat tenendo un carico di 2 kg fissati in un cestino.</p>	<p>Ci sono state differenze significative nei cambiamenti sul piano sagittale tra i gruppi. Specificamente, il gruppo LBP ha dimostrato diminuita flessione lombare nel piano sagittale e aumentato flessione d'anca bilaterale durante lo squat; pertanto il gruppo LBP utilizza una strategia di compensazione per aumentare la flessione dell'anca con una colonna lombare rigida durante lo squat. Questa strategia compensativa potrebbe essere applicata per migliorare la flessibilità della colonna vertebrale lombare in soggetti con LBP cronico.</p>
<p>Lee DC 2012</p> <p>Effect of visual input on normalized standing stability in subjects with recurrent low back pain.</p>	<p>Osservazionale-cross sectional</p>	<p>Lo scopo di questo studio era quello di valutare stabilità in stazione eretta e modifiche cinematiche considerando input visivi in soggetti con</p>	<p>15 soggetti con LBP e 27 sani.</p>	<p>I partecipanti erano a piedi nudi in piedi rilassati con gli occhi aperti e il peso uniformemente distribuito tra i due piedi. Sono stati quindi istruiti a stare in piedi su una gamba per 25 secondi con l'anca</p>	<p>I risultati di questo studio hanno indicato che i soggetti con LBP ricorrente dimostrano meno stabilità sul bacino ed estremità inferiore, specialmente quando il feedback visivo è stato</p>

		e senza LBP ricorrente mentre si trovavano tranquillamente con i piedi paralleli.		contro laterale flessa a 90° e le braccia lungo il lato del corpo. I soggetti avevano il corpo pieno di marcatori riflettenti Helen Hayes attaccato a siti specifici sui loro corpi con nastro adesivo.	bloccato. E' stato anche rivelato che il gruppo di controllo ha significativamente migliore stabilità durante la posizione di appoggio sulla gamba dominante e migliore stabilità rispetto ai soggetti con LBP ricorrente.
<p>Claeys K 2012</p> <p>Altered preparatory pelvic control during the sit-to-stance-to-sit movement in people with non-specific low back pain.</p>	<p>Cross sectional study</p>	<p>Lo scopo di questo studio era valutare se i danni propriocettivi influenzano le prestazioni del movimento nel sit-to-stance-to-sit.</p>	<p>106 soggetti con LBP e 20 sani.</p>	<p>Sono stati eseguiti cinque ripetizioni di sit-to-stance-to-sit su un supporto stabile e su uno instabile il più velocemente possibile dopo un segnale verbale dato dal ricercatore collegato al sistema di acquisizione dati di un PC. In tutte le prove i soggetti erano bendati ed è stato chiesto di rimanere immobili o in piedi in posizione verticale o solita posizione seduta, con le braccia penzoloni lungo il corpo.</p>	<p>Questo studio dimostra che nei soggetti con LBP ci sono alterate strategie di controllo propriocettivo, associate a più lente prestazioni dei STSTS. E' stato osservato che i soggetti con LBP, rispetto ai controlli sani, hanno un ritardo di inizio del tilt pelvico anteriore e bisogno di maggior tempo per eseguire i 5 STSTS ripetuti sia con i piedi su una superficie di supporto stabile che su una superficie instabile.</p>

<p>Ruhe 2011</p> <p>Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain?</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Valutare la relazione tra l'intensità del dolore e oscillazioni posturali nei soggetti con LBP.</p>	<p>77 soggetti con LBP e 77 sani.</p>	<p>Il centro di pressione è stato misurato in tre compiti statici in posizione eretta di 90 secondi ciascuno con i soggetti bendati su una superficie stabile. E' stato considerato che la perdita di input visivo avrebbe rivelato una sfida supplementare per il sistema di equilibrio. In questo modo i deficit di propriocezione potevano essere facilmente individuati tra i sani e partecipanti con LBP.</p>	<p>I risultati hanno evidenziato un aumento dell'instabilità posturale nei soggetti con dolore rispetto ai sani. Inoltre, l'analisi di regressione ha rivelato un aumento significativo di oscillazioni posturali lineari associate a valori di dolore più alti. Questa relazione può essere utile strumento di monitoraggio per i pazienti in trattamento o la riabilitazione.</p>
<p>Jo HJ 2011</p> <p>A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Lo scopo di questo studio era di valutare la stabilità cinematica relativa degli arti inferiori durante l'appoggio monopodalico in soggetti con e senza LBP cronico.</p>	<p>26 soggetti con LBP e 28 sani tra i 19 e 63 anni.</p>	<p>Tutti i partecipanti sono stati invitati a mantenere la posizione di prova di appoggio su una gamba con occhi chiusi e con l'anca controlaterale flessa a 90° per 25 secondi senza input visivi. Avevano Helen Hayes marcatori riflettenti su zona precise del corpo con nastro adesivo.</p>	<p>La stabilità relativa era significativamente diminuita nei soggetti con LBP, in particolare nel bacino e coscia durante l'equilibrio su gamba dominante. È importante capire meglio la relazione tra stabilità relativa in base alla dominanza di lato e degli arti inferiori e all'età tra soggetti con e senza LBP. I medici hanno bisogno di</p>

					comprendere gli effetti dell'età e relativa stabilità in soggetti con LBP al fine di sviluppare una strategie di riabilitazione efficace.
Mok NW 2011 Changes in lumbar movement in people with low back pain are related to compromised balance	Osservazionale - cross sectional	Questo studio si propone di indagare la risposta movimento della colonna lombare e la qualità del recupero posturale dopo improvvisa perturbazione nei soggetti con e senza LBP cronico.	11 soggetti con LBP cronico e 11 sani.	I soggetti erano in stazione eretta con una scatola in mano, bendati e ascoltavano un rumore bianco nelle cuffie per ridurre al minimo eventuali segnali visivi o uditivi. Incoraggiati a mantenere lo stesso peso in posizione eretta su una superficie piatta (FS) o un SB (base ristretta), si valutava la risposta ad un carico improvviso imposto da un peso caduto nella scatola tenuta in mano.	Questo studio ha trovato che l'efficienza di recupero posturale dopo perturbazione inattesa è compromessa in persone con LBP cronico rispetto ai sani e che questo è associato al mancato o ritardato movimento lombare come componente della strategia posturale.
Janssens L 2010 The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain.	Osservazionale - cross sectional	Per determinare la stabilità posturale e propriocettiva e strategie di controllo posturale di soggetti sani e soggetti con LBP durante fatica dei muscoli inspiratori (IMF).	16 soggetti con LBP e 12 sani.	I soggetti erano in piedi respirando attraverso un boccaglio con il naso occluso. Con ogni inspirazione veniva aggiunta la resistenza alla valvola inspiratoria in modo da affaticare i muscoli inspiratori. I partecipanti	Il risultato principale indica che dopo la fatica dei muscoli inspiratori i soggetti sani, in piedi su una superficie instabile, avevano diminuito controllo propriocettivo posturale della parte bassa della schiena e aumento

				dovevano inspirare al massimo e il più rapidamente possibile. Le strategie di controllo posturale propriocettivo sono state esaminate durante la vibrazione dei muscoli tricipite surale e paravertebrali lombari, con il soggetto sia su superficie stabile sia instabile e bendato.	delle oscillazioni posturali Questa strategia di controllo posturale propriocettivo assomiglia a quello utilizzato da persone con LBP e si traduce in stabilità posturale diminuita. Questi risultati suggeriscono che IMF potrebbe essere un fattore di alto tasso di recidiva di LBP.
Van Dieën JH 2010 Low back pain history and postural sway in unstable sitting.	Osservazionale - cross sectional	Determinare gli effetti di LBP e una storia recente di LBP sui parametri che caratterizzano le oscillazione del tronco nell'equilibrio da seduto.	331 soggetti divisi in 3 gruppi: LBP corrente(58), LBP recente(79) e no LBP(164).	Il controllo posturale del tronco è stato misurato utilizzando una sedia instabile posto su 3 trasduttori di forza. Una guida di sicurezza è stata costruita intorno alla sedia instabile per fornire la sicurezza quando i soggetti perdono l'equilibrio. I partecipanti sono stati istruiti a sedersi il più silenziosamente possibile, tenendo le mani sopra la guida. Sono stati dati 2 minuti di pratica prima della raccolta dei dati ed eseguite tre prove da 30 secondi con 30 secondi di riposo tra ogni prove.	Si è evidenziato che le ampiezze delle oscillazioni posturali in un compito su seduta instabile non erano differenti tra i soggetti con LBP corrente rispetto ai soggetti senza LBP, mentre i soggetti con una storia recente di LBP avevano più piccole oscillazioni posturali. La frequenza delle oscillazioni posturali era più bassa nei soggetti con LBP corrente che in soggetti con una storia recente di LBP e soggetti senza LBP.

<p>Van Daele U 2010</p> <p>Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Lo scopo di questo studio è stato studiare l'effetto di un doppio compito cognitivo sulle oscillazioni posturali e la rigidità del tronco durante una seduta instabile nei soggetti con LBP cronico rispetto ai soggetti sani di controllo, usando analisi del movimento tridimensionale.</p>	<p>21 soggetti con LBP cronico e 21 sani.</p>	<p>Le oscillazioni posturali sono state analizzate con i soggetti su una seduta instabile misurando le escursioni di movimento del bacino e del tronco in 3 dimensioni. Per monitorare bacino e tronco, sono stati utilizzati 6 marcatori riflettenti di diametro di 24 mm. I soggetti sono stati bendati durante le prove e l'analisi veniva fatta con entrambi i piedi appoggio al suolo (facile posizione di equilibrio) e poi dovevano sollevare 1 piede (posizione di equilibrio difficile). Il compito cognitivo consisteva di contare all'indietro a passi di 3; lo scopo di questo compito è quello di dare risposte in una voce chiara, non la rapidità di calcolo.</p>	<p>Nei soggetti con LBP cronico un doppio compito cognitivo riduce sia le oscillazioni posturali che la rigidità del tronco per distrazione. Questo effetto è visibile solo quando il compito equilibrio è difficile. In soggetti sani il doppio compito cognitivo porta a maggiori oscillazioni posturali non correlato ad un aumento della rigidità del tronco. In un facile condizione di equilibrio posturale le oscillazioni dei pazienti con LBP sono influenzate da un doppio compito cognitivo allo stesso modo come nei soggetti di controllo.</p>
<p>Mazaheri M 2010</p> <p>Postural sway in low back pain: Effects of dual tasks.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Lo scopo principale di questo studio è stato quello di determinare se le persone con LBP</p>	<p>20 soggetti con LBP e 20 sani.</p>	<p>È stata utilizzata l'Analisi della quantificazione della ricorrenza (RQA), una tecnica non lineare che ha dimostrato sensibilità ai</p>	<p>I risultati hanno rivelato che aumentando la difficoltà delle condizioni posturali, le oscillazioni posturali sia in direzione</p>

		<p>mostrano modelli dinamici atipici di oscillazioni posturali durante l'esecuzione di compiti di attenzione rispetto ai soggetti di controllo.</p>		<p>cambiamenti nella dinamica posturale in risposta a deficit di equilibrio e interferenze doppie. Le prestazioni posturali sono state quantificate da % di RQA , la % di determinismo, l'entropia e la tendenza. Le oscillazioni posturali sono state valutate in stazione eretta con tre diversi livelli di difficoltà: in piedi su una piattaforma di forza con gli occhi aperti, con gli occhi chiusi e in piedi sulla schiuma (10 cm di spessore) con gli occhi chiusi. La superficie di schiuma è stata usata per aumentare la difficoltà, modificando le condizioni meccaniche e sensoriali durante la stazione eretta. Il compito cognitivo richiesto ai partecipanti era di tenere una stringa di cifre casuali in mente durante le prove in ordine inverso.</p>	<p>antero posteriore che medio laterale diventano più regolari (maggiori % di ricorrenza e determinismo), più complesse (maggiore entropia) e più stazionarie (tendenza più bassa) sia nei soggetti con LBP sia sani. L'unica eccezione è stata nei sani che avevano una diminuzione della % di ricorrenza nella condizione di occhi chiusi su superficie schiuma. L'aumento della difficoltà cognitiva è stata associata a minore regolarità (minor % ricorrenza e determinismo), minor complessità (bassa entropia) e maggior stabilità(tendenza più bassa) in entrambe le direzioni. Le misure RQA erano più sensibili per individuare le risposte differenziali dei soggetti con LBP e dei partecipanti sani al carico cognitivo. Questo studio, quindi, suggerisce che LBP può</p>
--	--	---	--	---	---

					essere un fattore che modula l'interazione tra postura e cognizione.
<p>Salavati M 2009</p> <p>Effect of dual-tasking on postural control in subjects with nonspecific low back pain.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Confrontare gli effetti principali e le interazioni di difficoltà posturale e cognitiva in posizione eretta tra soggetti con e senza LBP.</p>	<p>22 soggetti con LBP e 22 sani.</p>	<p>Le oscillazioni posturali in stazione eretta sono state valutate in 3 diversi livelli di difficoltà: in piedi sulla piattaforma di forza con gli occhi aperti, con gli occhi chiusi, e in piedi sulla schiuma con occhi chiusi. I soggetti stavano a piedi nudi con le braccia abbandonate lungo i lati. È stato chiesto ai soggetti di tenere in mente una serie di cifre casuali in ordine inverso durante le prove.</p>	<p>I risultati hanno indicato che i soggetti con LBP avevano meno oscillazioni posturali rispetto ai soggetti sani. L'aumento del livello di difficoltà del compito cognitivo è associato ad un calo di oscillazioni posturali. Tuttavia, entrambi i gruppi hanno prodotto lo stesso modello di oscillazioni posturali sotto dual-tasking. In conclusione, questo studio ha dimostrato che nel livello statico di analisi posturale il dual tasking non ha modificato il controllo posturale di soggetti con LBP in modo diverso da soggetti sani.</p>

<p>Van Daele U 2009</p> <p>Differences in balance strategies between nonspecific chronic low back pain patients and healthy control subjects during unstable sitting.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Per indagare le differenze di strategie di controllo posturale del bacino e movimento del tronco tra pazienti con LBP cronico e soggetti sani utilizzando l'analisi del movimento a 3 dimensioni.</p>	<p>19 pazienti con LBP cronico e 20 sani.</p>	<p>Sono stati analizzati il movimento del bacino e del tronco e registrate deviazioni angolari in 3 direzioni: flessione /estensione, rotazione a sinistra e a destra, lateralità a sinistra e destra. I soggetti sono stati bendati e seduti sul lato piatto di una tavola oscillante. Ogni soggetto è stato sottoposto ad un test di controllo posturale seduto. Durante la prova il soggetto era seduto con schiena dritta, braccia incrociate davanti al petto e mani appoggiate sulle spalle e veniva chiesto di sollevare il piede destro e poi il sinistro mantenendo il suo equilibrio nel miglior modo possibile per 20 secondi.</p>	<p>Durante seduta instabile le deviazioni posturali angolari del bacino e del tronco in antero-posteriore, flessione laterale e rotazione erano più elevate nei pazienti CLBP rispetto ai sani. Per compensare durante la seduta instabile entrambi i gruppi di prova utilizzano maggiore rotazione del bacino e del tronco, flessione laterale e deviazione antero-posteriore. Il gruppo CLBP ha mostrato anche maggiore correlazione tra movimento del bacino e del tronco rispetto al gruppo di controllo. Questo potrebbe indicare più rigidità tronco-bacino nel gruppo CLBP rispetto al gruppo di controllo.</p>
---	---	--	---	---	--

<p>Mok NW 2007</p> <p>Failure to use movement in postural strategies leads to increased spinal displacement in low back pain.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Per valutare il movimento preparatori e il risultante spostamento della regione lumbopelvica associati a perturbazione interne in soggetti con e senza LBP.</p>	<p>10 soggetti con LBP e 10 sani.</p>	<p>Il movimento del corpo è stato misurato con un Sistema elettromagnetico di analisi del movimento. Sette sensori sono stati attaccati alla pelle sopra punti di riferimento ossei . I soggetti flettevano rapidamente e bilateralmente le braccia a 60° per 5 ripetizioni il più velocemente possibile in risposta ad un stimolo uditivo, mentre erano in piedi su una superficie piana.</p>	<p>Il movimento è una componente necessaria del controllo della colonna vertebrale, ma i soggetti con LBP sembrano utilizzare meno frequentemente movimenti anticipatori. Essi usano meno frequentemente estensione lombare anticipatoria; di conseguenza, lo spostamento indotto dalla flessione di spalla è significativamente maggiore. Il ridotto movimento anticipatorio della colonna durante perturbazioni prevedibili può essere associato a una compromissione della qualità del controllo del tronco in pazienti con LBP.</p>
<p>Popa T 2007</p> <p>Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>I soggetti con LBP raggiungono la stabilità posturale in condizioni difficili aumentando la velocità di oscillazione. Si sono</p>	<p>13 soggetti con LBP e 13 sani.</p>	<p>La stabilità posturale è stata valutata con una piattaforma computerizzata. I soggetti stavano a piedi nudi sulla piattaforma e le braccia lungo i fianchi.</p>	<p>I risultati mostrano che la sincronizzazione e la frequenza dei comandi motori di equilibrio è comparabile tra i due gruppi. Però c'è una maggiore</p>

		<p>studiati i meccanismi sottostanti questo comportamento e se la selezione della strategia posturale può essere contagiata all'esperienza a breve termine di oscillazione posturale.</p>		<p>Il protocollo era costituito da due parti: 1. Un test in posizione eretta, durante il quale le oscillazioni COP sono state registrate 3 volte per 20 s, ad occhi aperti e occhi chiusi. 2. Una sessione in cui i soggetti erano in silenzio mentre aspettavano traslazioni posteriori della superficie di appoggio.</p>	<p>distanza fra le regioni di stabilità nel gruppo di pazienti. Le traslazioni di piattaforma mostrano che entrambi i gruppi mirano ad ottimizzare la loro strategia posturale sulla base dell' esperienza di test precedente. I pazienti con LBP utilizzano strategie motorie posturali differenti per mantenere la posizione. Questa è probabilmente la conseguenza di una stima interna imprecisa di oscillazione del corpo, a causa di ridotta precisione nel processo di integrazione sensoriale.</p>
<p>Della Volpe R, 2006 Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Lo scopo è stato quello di indagare se soggetti con LBP riportavano un'alterazione del controllo posturale durante la stazione eretta rispetto ad un popolazione di controllo.</p>	<p>12 soggetti con LBP e 12 sani.</p>	<p>La stabilità posturale è stata valutata da un sistema di piattaforma computerizzata. I soggetti stavano in stazione eretta a piedi nudi con le braccia lungo i fianchi, di fronte ad un'immagine visiva mantenendo lo sguardo fisso.</p>	<p>Mentre il controllo dell'equilibrio era paragonabile tra i due gruppi in condizioni stabili , i pazienti con LBP oscillavano molto più dei controlli in direzione antero- posteriore in condizioni di instabilità oscillatoria.</p>

				<p>Una cintura di sicurezza è stata usata per evitare cadute. Ai soggetti è stato chiesto di stare più fermi possibile per tre prove di 20 secondi durante sei diverse condizioni di prova. La prova era interrotta quando i soggetti superavano i loro limiti di stabilità e facevano un passo, aprivano gli occhi o toccavano l'immagine visiva con le mani al fine di mantenere la posizione.</p>	<p>Questo cambiamento di strategia posturale può essere alla base di una disfunzione del sistema propriocettivo periferico o dell'integrazione di informazione centrale propriocettiva.</p>
<p>Mok NW 2004</p> <p>Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Per valutare le strategie di regolazione posturali e la dipendenza visiva associata a LBP.</p>	<p>24 soggetti con LBP e 24 sani.</p>	<p>Le misurazioni sono state effettuate in una stanza chiusa, libero da distrazioni esterne e tutte le procedure e le istruzioni sono stati standardizzati e condotta da una sola persona. I soggetti erano a piedi nudi e hanno eseguito dodici operazioni con diverse combinazioni di posizioni di equilibrio (bilaterali, unilaterali), di base d'appoggio e condizione visive (occhi aperti luce, fioca, occhi chiusi). Per ogni condizione la posizione bilaterale (70</p>	<p>I pazienti con LBP hanno mostrato scarso equilibrio con alterata strategia di aggiustamento posturale e maggiore dipendenza visiva. Inoltre si è verificato che i soggetti con LBP avevano ridotte strategie d'anca confrontato ad un aumento della dipendenza visiva. L'incapacità di controllare una strategia dell'anca indica un deficit di controllo posturale e si ipotizza il risultato di alterato controllo muscolare e svalutazione</p>

				secondi) è stato testato prima della unilaterale (30 secondi).	proprioceettiva.
<p>Radebold A 2001</p> <p>Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Determinare se i soggetti con LBP hanno povero controllo posturale, che sarà associato a risposta muscolare media più lunga.</p>	<p>16 soggetti con LBP cronico e 14 sani.</p>	<p>I soggetti sono stati posti su un sedile dotato di un supporto per impedire qualsiasi movimento del corpo inferiore e testava quattro livelli d'instabilità. I soggetti sono stati istruiti a mantenere equilibrio mentre seduto in posizione verticale con le braccia incrociate. Le oscillazioni posturali sono state valutate utilizzando lo spostamento dei centri di pressione (COP). I soggetti hanno eseguito cinque prove da 7 secondi con gli occhi aperti e chiusi a ogni livello di instabilità.</p>	<p>I pazienti con LBP avevano poco controllo posturale e ritardo di risposta muscolare del tronco. Il tempo medio di insorgenza, assieme all'età e il peso corporeo erano significativamente correlati con prestazioni d'equilibrio con gli occhi chiusi, ma non con gli occhi aperti. Correlazione tra alterato controllo posturale e tempi di risposta muscolare ritardati per i soggetti con LBP suggeriscono una patologia comune sottostante nella colonna lombare.</p>

<p>Mientjes MI 1999</p> <p>Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing.</p>	<p>Osservazionale - cross sectional</p>	<p>Determinare se le risposte dell'equilibrio nei soggetti con LBP cronico differiscono dai sani in diverse condizioni in stazione eretta con alterazione del sistema di equilibrio. E 'stato determinato anche se le misure di equilibrio sono correlate a dolore e disabilità riportato da pazienti LBP cronico.</p>	<p>8 soggetti con LBP cronico e 8 sani.</p>	<p>Una sessione di prove comprendeva 7 compiti posturali :input visivo ad occhi aperti e chiusi, input vestibolare normale contro tilt posteriore della testa, input propriocettivo su superficie stabile e instabile, orientamento del corpo in avanti e in inclinazione. I partecipanti erano a piedi nudi sulla piastra di forza con le braccia incrociate davanti al loro tronco. All'inizio e alla fine del test di tutti i partecipanti è stato chiesto di completare una scala del dolore.</p>	<p>Si è concluso che il valore quadratico medio in direzione mediale laterale era un valore abbastanza affidabile e sensibile per misurare l' aumento delle oscillazioni posturali dei pazienti con LBP cronico rispetto ai sani durante le attività con solo input visivo ma soprattutto durante le attività che comportavano una maggiore complessità oltre all'eliminazione dell'input visivo (occhi chiusi). Alcuni pazienti con LBP cronico hanno mostrato maggiori oscillazioni rispetto ai sani mentre altri hanno mostrato una diminuzione.</p>
---	---	--	---	---	---

DISCUSSIONE

Numerosi studi analizzano e cercano di definire i meccanismi di controllo motorio e posturale su soggetti con LBP confrontandolo con soggetti sani.

Diverse sono le condizioni alle quali i soggetti vengono messi alla prova e diversi sono i metodi di valutazione delle strategie messe in atto nei differenti casi e dai differenti gruppi.

- **Equilibrio statico in stazione eretta**

Iniziamo prendendo in considerazione gli studi che confrontano i soggetti con LBP e sani in situazioni di mantenimento dell'equilibrio in stazione eretta con occhi aperti e chiusi su superficie stabile ed instabile.

Già nel 1999 *Mientjes et al* osserva che in soggetti con LBP si registra un aumento delle oscillazioni del CoP al fine di mantenere la postura in equilibrio e queste sono maggiori all'eliminazione della vista che fornisce un aiuto notevole al sistema di controllo posturale. Confermando i risultati precedenti in anni successivi si è verificato come i soggetti con LBP avevano ridotte strategie d'anca e dipendenza notevole dalla vista rispetto ai sani in appoggio bipodalico il che sottintende un deficit di controllo posturale come risultato di alterato controllo muscolare e svalutazione propriocettiva. Non si registrano differenze in appoggio monopodalico tra i due gruppi ma si conclude sottolineando che se la qualità propriocettiva del tronco è scarsa aumenta la dipendenza dagli input visivi (*Mok et al 2004*).

Riguardo l'equilibrio in appoggio monopodalico *Lee et al 2012* dimostra che i soggetti con LBP hanno minore stabilità in tutte le condizioni e c'è notevole differenza tra i due gruppi soprattutto ad occhi chiusi in cui l'equilibrio è maggiore nei sani, e *Jo et al 2011* aggiunge che i soggetti con LBP hanno minor movimento e propriocettività della colonna affidando il controllo a strategie di caviglia ed anca.

Alterazioni delle informazioni propriocettive degli arti inferiori e del tronco determinano diminuzione del processo di integrazione sensoriale e minor capacità di percezione del proprio centro di massa (*Popa et al 2006*).

Dipendenza notevole dalla vista e aumento delle oscillazioni del CoP soprattutto in direzione antero-posteriore sono state evidenziate in soggetti con LBP che cercavano di mantenere l'equilibrio in stazione eretta su superficie stabile ed instabile, con la vista e bendati (*Della Volpe et al 2006*).

La deviazione media assoluta in velocità e posizione del CoP di anca, torace e zona lombare aumenta proporzionalmente alla difficoltà delle richieste posturali, massima quindi ad occhi chiusi, in entrambi i gruppi; ma se i soggetti con LBP registrano sempre maggiori oscillazioni di tronco, i sani, invece, anche da bendati, conservano un buon controllo posturale grazie a strategie di anca e buona stabilità di tronco. Le donne hanno maggiore deviazioni del tronco e dell'anca rispetto agli uomini e l'età ha effetto significativo sui valori del CoP riducendo dell'1% ad ogni anno che si invecchia. (*Schelldorfer et al 2015*)

Si è osservato inoltre che la fatica muscolare respiratoria ha effetto negativo sulla stabilità posturale. I risultati indicano che i soggetti sani aumentano le oscillazioni posturali dopo *inspiratory muscles fatigue* (IMF) su superficie instabile e affidano maggiormente il controllo propriocettivo alla caviglia e non al tronco proprio come i soggetti con LBP, sottolineando l'importante ruolo della caviglia nel controllo posturale (*Janssens et al 2010*).

Maggiori strategia di caviglia e aumento della stiffness del tronco sono stati registrati anche in soggetti con LBP bendati in cui il ritardo della flessione della colonna, dopo perturbazioni, sottolinea la scarsa propriocezione e alterazione del movimento lombare (*Mok et al 2011*) .

Normalmente in soggetti sani, prima di perturbazioni prevedibili, sono presenti aggiustamenti posturali anticipatori del tronco e arti inferiori; in soggetti con LBP, in cui viene richiesto di alzare bilateralmente le braccia il più veloce possibile per 5 volte, si è registrato una diminuzione dei movimenti anticipatori e minor ampiezza del movimento globale che può essere associato a una compromissione della qualità del controllo del tronco (*Mok et al 2007*).

- **Equilibrio statico in stazione eretta con task cognitivo**

Con aggiunta di un task cognitivo si mette sempre più a dura prova la stabilità e il controllo posturale. Il dual tasking è considerato una misura sensibile di valutazione delle difficoltà di performance di equilibrio sia in soggetti sani sia in soggetti con LBP.

Salavati et al 2009 ha visto come i soggetti con LBP avevano meno oscillazioni posturali rispetto ai soggetti sani. L'aumento del livello di difficoltà del compito cognitivo è associato ad un calo di oscillazioni posturali, tuttavia, entrambi i gruppi hanno prodotto lo stesso modello di oscillazioni posturali sotto dual-tasking; quindi nel livello statico di analisi posturale, il dual tasking non ha modificato il controllo posturale di soggetti con LBP in modo diverso da soggetti sani. In altri studi si sottolinea come il comportamento in situazione dual tasking con occhi bendati sia differente tra soggetti con e senza LBP e come all'aumentare della difficoltà del task cognitivo si abbia una

diminuzione della performance dei soggetti con LBP quindi diminuito controllo posturale (*Mazaheri et al 2010, Sherafat et al 2014*).

Infine, valutando compito cognitivo e LBP durante la performance di mantenimento dell'equilibrio, si evince come l'intensità del dolore abbia effetto sulla performance con aumento delle oscillazioni e maggiori richieste di controllo posturale. Solo il dolore però ha effetto sulla performance, non la paura del dolore. Quindi dato che il dolore provoca cambiamenti posturali, gli autori concludono suggerendo di inserire all'interno del trattamento un adeguato spazio sul controllo del dolore al fine di prevenire alterazioni del controllo posturale (*Mazaheri et al 2014*).

- **Equilibrio statico in stazione eretta in atleti**

Solo due studi mettono a confronto atleti con LBP e atleti sani. Si è visto come incidenza del LBP negli atleti sia del 30% circa e arrivi fino al 50% in alcuni sport come il football. Detto ciò, *Shenoy et al 2013* ha valutato la risposta di lunga latenza di contrazione del Retto dell'Addome e degli Erettori Spinali in atleti con e senza LBP durante perturbazioni attese e inattese (occhi aperti e chiusi) registrando un'identica risposta nella condizione attesa tra i due gruppi ma ad occhi chiusi un ritardo della contrazione nel gruppo atleti con LBP. Questi risultati dimostrano che atleti con LBP hanno maggior rischio di ricorrenti mal di schiena e re-infortunio a causa di alterate risposte muscolari alle perturbazioni.

Ad occhi aperti *Oyarzo et al 2014* ha osservato che atleti con LBP investono più energia e hanno più spostamenti del CoP rispetto agli atleti sani per controllare l'equilibrio. Ovviamente il LBP trovato in questi soggetti non è dovuto a scarso stato di salute fisica ma tuttavia migliorarlo ancora potrebbe portare a migliorare anche il controllo posturale.

- **Equilibrio statico su seduta instabile**

Dalla ricerca effettuata 6 articoli valutano il comportamento dei soggetti su una seduta instabile la quale è in grado di eliminare il contributo degli arti inferiori e focalizzarsi esclusivamente sul comportamento del tronco al fine di mantenere il controllo posturale.

Analizzando le oscillazioni del Centro di Pressione (CoP), *Radebold et al 2001* individua una dipendenza dei soggetti con LBP dalla vista in quanto con occhi bendati le oscillazioni del CoP aumentano notevolmente e inoltre aumenta il tempo di risposta muscolare rispetto al controllo. Quindi in soggetti con LBP, in cui il controllo posturale è alterato, la stabilità dinamica è compromessa e aumenta la probabilità di avere recidive di mal di schiena.

In accordo con lo studio precedente, le alterazioni del controllo posturale sono state riscontrate non solo in soggetti con LBP cronico, ma si è visto che iniziano ad esserci già in soggetti con LBP acuto e subacuto. *Sung et al 2015* osserva che *Movement Coordination Impairments* (MCIs) sono presenti già nei soggetti con LBP acuto e subacuto e questi soggetti, con occhi bendati, hanno diminuzione del controllo posturale con aumento delle oscillazioni del CoP rispetto ai sani. Nelle conclusioni viene sottolineata l'importanza del precoce trattamento riabilitativo al fine di educare i pazienti al mantenimento di posture corrette in statica e dinamica con movimenti precisi e definiti.

Van Dieen et al 2010 sottolinea la correlazione tra alterazioni del controllo posturale e soggetti che hanno avuto LBP recente osservando diminuzione dell'ampiezza delle oscillazioni in LBP recente rispetto a sani e soggetti con LBP, e diminuzione della frequenza delle oscillazioni nei soggetti con LBP rispetto agli altri due gruppi.

Si è visto inoltre che l'alterazione del controllo posturale dopo recupero da LBP può migliorare, quando invece si è sempre pensato che anche dopo il periodo di riabilitazione l'alterazione instaurata restasse presente. Tuttavia altri studi sono necessari per verificare meglio questa ipotesi.

Con valutazione tridimensionale in due studi *Van Daele et al* analizza soggetti con LBP e sani bendati chiedendo di alternare l'appoggio su una sola gamba da seduta instabile. Nel primo caso individua aumento delle oscillazioni del bacino e del tronco dei soggetti con LBP rispetto ai sani (2009), nel secondo studio aggiunge un compito cognitivo osservando che nei sani aumentano le oscillazioni posturali con la difficoltà del compito cognitivo e nel gruppo LBP diminuiscono le oscillazioni proprio in task di più alta difficoltà (2010).

Infine, valutando ancora i comportamenti messi in atto da soggetti con LBP su seduta instabile, *Freddolini et al 2014* evidenzia la diminuzione della lordosi lombare e del ROM della colonna e l'aumento del ROM dell'anca in questi soggetti rispetto ai sani, sottolineando il grande ruolo del movimento compensatorio dell'anca messo in atto e dimostrando che la stabilità dinamica nel complesso non è totalmente compromessa dal LBP, non solo in termini di precisione ma anche nella modalità di recupero dell'equilibrio.

- **Equilibrio dinamico**

Oltre a valutare i soggetti con LBP in posture statiche, molto rilevante è osservare i loro comportamenti in situazioni di compiti dinamici.

Test di *direzione specifica del controllo del movimento* (DSMC) valutano l'abilità del soggetto di stabilizzare la colonna lombare durante movimenti attivi di anca e ginocchio e i *movimenti ripetitivi*

(RM) possono dimostrare cambiamenti nella cinematica della colonna lombare sempre differenziando così soggetti con LBP e sani. Correlando a questi task motori l'intensità del dolore, si è visto come quest'ultimo ha effetto sul movimento lombare specialmente nei RM e non nei DSMC, sottolineando come la variabilità dei pattern di movimento lombare aumenti con l'aumentare dell'intensità del LBP (*Bauer et al 2015*).

In accordo col precedente studio, anche nell'attività del *sedersi su una sedia* si è osservato correlazione tra intensità del dolore nel LBP e aumento delle oscillazioni posturali, sottolineando quindi una correlazione lineare. Ma bisogna anche specificare che in quest'altro studio la valutazione è avvenuta con occhi bendati considerando che la perdita di input visivo avrebbe rivelato una sfida supplementare per il sistema di equilibrio e in questo modo i deficit di propiocezione potevano essere facilmente individuati tra i sani e partecipanti con LBP(*Rue et al 2011*).

L'attività dello *squat* richiede appropriata attivazione muscolare per permettere un corretto movimento degli altri inferiori ed equilibrio dinamico. In uno studio si è visto ancora come i soggetti con LBP hanno diminuita flessione lombare e aumento del movimento bilaterale di anca durante lo squat. La diminuzione della flessione lombare potrebbe essere dovuta a possibili strategie di evitamento del dolore messe in atto da soggetti con LBP, mentre l'aumento della flessione bilaterale di anca collegata a mancanza di flessibilità della regione lombare (*Sung et al 2013*).

Hooper et al 2016 invece utilizza Y Balance test (YBT) per valutare i soggetti con LBP e sani in attività di equilibrio dinamico. Il test originario, lo Star Excursion Balance Test (SEBT) è comunemente usato per misurare l'equilibrio dinamico in soggetti con problematiche muscolo scheletriche agli arti inferiori. Nel 2005 Ganesh et al. dimostra che anche nei soggetti con LBP può essere utilizzato questo test per valutare il comportamento nel mantenimento dell'equilibrio dinamico. Dal SEBT si semplifica il test considerando solo le direzioni postero laterale, postero mediale e anteriore nell'YBT. Nello studio si osserva come nella direzione anteriore, dove i soggetti hanno la vista che aiuta il controllo del movimento, non ci sono differenze di prestazione tra i vari gruppi di LBP (corrente, storia di LBP e sani). Nelle direzioni postero mediali e postero laterali, invece, si evidenzia una diminuzione della prestazione in soggetti con storia di LBP e LBP corrente rispetto ai sani, in quanto il sistema visivo è assente e non può compensare il deficit di controllo motorio che è correlato alla presenza del LBP.

Infine, come attività dinamiche, il *Sit To Stand To Sit* (STSTS) è stata scelta in quanto attività effettuata da tutti i soggetti innumerevoli volte durante la giornata e misura di utilità clinica e con

buona affidabilità inter e intratester sia su sani che su soggetti con LBP. Un primo studio dimostra che nei soggetti con LBP bendati ci sono alterate strategie di controllo propriocettivo rispetto ai sani, associate a più lente prestazioni dei STSTS e ritardo nell'inizio del tilt pelvico anteriore sia su una superficie stabile che instabile (*Claeys et al 2012*).

CONCLUSIONI

Questa revisione ha messo a confronto gli studi che hanno valutato soggetti sani e con LBP in differenti situazioni e condizioni di instabilità.

In stazione eretta i soggetti con LBP dimostrano avere dipendenza dalla vista per un maggior controllo posturale, aumento delle oscillazioni del CoP, ridotte strategie di anca nel mantenimento dell'equilibrio bi podalico. In condizioni di controllo monopodalico si evidenzia aumento delle strategie di anca e caviglia e minore propriocettività della colonna lombare.

Si è visto ancora come nei soggetti con LBP vi sia diminuzione dei movimenti anticipatori e minor ampiezza del movimento globale e, in presenza di compiti cognitivi, un calo di oscillazioni posturali e diminuita performance.

In soggetti su seduta instabile si è osservato aumento del ROM dell'anca, diminuito ROM della colonna e lordosi lombare, dipendenza dalla vista, aumento delle oscillazioni del CoP e di tempo di risposta muscolare. In presenza di compito cognitivo inoltre sono evidenti diminuzioni delle oscillazioni nei soggetti con LBP come già visto nella valutazione dei soggetti in stazione eretta.

Infine valutando attività dinamiche si è evidenziato una correlazione tra intensità del LBP e aumento delle oscillazioni del CoP, dipendenza dalla vista, diminuita flessione lombare e aumento del ROM anca compensatorio.

Alcuni dei limiti presenti negli articoli presi in considerazione sono collegabili alle modalità di esecuzione di test o valutazione dell'equilibrio non sempre generalizzabili e facilmente applicabili. Alcune procedure rilevano dati in singole direzioni di movimento durante l'esecuzione della prova, tralasciandone altre che possono contribuire ad avere un quadro più delineato oppure in altri casi i dati sono dipendenti dall'applicazione di markers di superficie che però possono comunque non essere esenti da errori di posizionamento.

Per gli studi futuri si potrebbero mettere a confronto gruppi con campione più numeroso per avere dati più attendibili e differenziare i risultati anche in base al sesso, all'età o alla severità del dolore. I risultati trovati non possono collegare direttamente e affermare che cambiamenti propriocettivi o di controllo posturale sono il risultato o causa del LBP. Per questo è auspicabile che ulteriori studi di tipo longitudinale siano effettuati per investigare ancora le caratteristiche della stabilità posturale lombare e del controllo posturale statico e dinamico all'interno della popolazione con LBP.

Tuttavia, vista la netta correlazione tra il problema LBP e le alterazione del controllo posturale, si sottolinea l'importanza di effettuare, durante la valutazione, un esame dell'equilibrio e del controllo posturale per evidenziare e osservare ulteriormente le differenti strategie messe in atto durante il mantenimento della postura statica e dinamica e osservare come queste possono venire influenzate dal trattamento.

BIBLIOGRAFIA

1. Manchikanti L. Epidemiology of low back pain. *Pain Physician* 2000; 3 (2): 167- 192.
2. Gobel H. Epidemiology and costs of chronic pain syndromes exemplified by specific and unspecific low back pain. *Schmerz*. 2001;15:92–98.
3. Luoto S, Aalto H, Taimela S, et al. One-footed and externally disturbed two footed postural control in patients with chronic low back pain and healthy subjects. A controlled study with follow-up. *Spine* 23 (1998), 2089-2090.
4. Mergner T, Rosemeier T. Interaction of vestibular, somatosensory, and visual signals for postural control and motion perception under terrestrial and microgravity conditions: A conceptual model. *Brain Res Rev* 1998;28:118–35.
5. Massion J. Movement, posture and equilibrium : interaction and coordination. *Prog Neurobiol* 1992; 38:35-38
6. Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1999 Dec; 14(10):710-6
7. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004 Mar 15;29(6):E107-12.
8. Lee DC, Ham YW, Sung PS. Effect of visual input on normalized standing stability in subjects with recurrent low back pain. *Gait Posture*. 2012 Jul;36(3):5805.doi:10.1016/j.gaitpost.2012.05.020.

9. Jo HJ, Song AY, Lee KJ, Lee DC, Kim YH, Sung PS. A kinematic analysis of relative stability of the lower extremities between subjects with and without chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2011 Aug;20(8):1297-303. doi: 10.1007/s00586-010-1686-1.
10. Popa T, Bonifazi M, Della Volpe R, Rossi A, Mazzocchio R. Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Exp Brain Res*. 2007 Mar;177(3):411-8.
11. Della Volpe R, Popa T, Ginanneschi F, Spidalieri R, Mazzocchio R, Rossi A. Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. *Gait Posture*. 2006 Nov;24(3):349-55.
12. Schellendorfer S, Ernst MJ, Rast FM, Bauer CM, Meichtry A, Kool J. Low back pain and postural control, effects of task difficulty on centre of pressure and spinal kinematics. *Gait Posture*. 2015 Jan;41(1):112-8. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.09.004.
13. Janssens L, Brumagne S, Polspoel K, Troosters T, McConnell A. The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 May 1;35(10):1088-94. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bee5c3.
14. 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 Jan 1;36(1):E45-52. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181dfce83.
15. Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Failure to use movement in postural strategies leads to increased spinal displacement in low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Sep 1;32(19):E537-43.
16. Salavati M, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Jafari AH, Kazemnejad A, Parnianpour M. Effect of dual-tasking on postural control in subjects with nonspecific low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 Jun 1;34(13):1415-21. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a3a917.

17. Mazaheri M, Salavati M, Negahban H, Sanjari MA, Parnianpour M. Postural sway in low back pain: Effects of dual tasks. *Gait Posture*. 2010 Jan;31(1):116-21. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.09.009.
18. Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, Akhbari B, Rad SM, Mazaheri M, Negahben H, Lali P. Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014 Mar-Apr;37(3):170-9. doi: 10.1016/j.jmpt.2014.02.003.
19. Mazaheri M, Heidari E, Mostamand J, Negahban H, van Dieën JH. Competing effects of pain and fear of pain on postural control in low back pain? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Dec 1;39(25):E1518-23. doi: 10.1097/BRS.0000000000000605.
20. Shenoy S, Balachander H, Sandhu JS. Long latency reflex response of superficial trunk musculature in athletes with chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013;26(4):445-50. doi: 10.3233/BMR-130404
21. Oyarzo CA, Villagrán CR, Silvestre RE, Carpintero P, Berral FJ. Postural control and low back pain in elite athletes comparison of static balance in elite athletes with and without low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014;27(2):141-6. doi: 10.3233/BMR-130427.
22. Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Apr 1;26(7):724-30.
23. Sung W, Abraham M, Plastaras C, Silfies SP. Trunk motor control deficits in acute and subacute low back pain are not associated with pain or fear of movement. *Spine J*. 2015 Aug 1;15(8):1772-82. doi: 10.1016/j.spinee.2015.04.010.
24. Van Dieën JH, Koppes LL, Twisk JW. Low back pain history and postural sway in unstable sitting. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Apr 1;35(7):812-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bb81a8

25. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Differences in balance strategies between nonspecific chronic low back pain patients and healthy control subjects during unstable sitting. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 May 15;34(11):1233-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e31819ca3ee
26. Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Mar 1;35(5):583-9. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181b4fe4d.
27. Freddolini M, Strike S, Lee R. Dynamic stability of the trunk during unstable sitting in people with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 May 1;39(10):785-90. doi: 10.1097/BRS.0000000000000296
28. Bauer CM, Rast FM, Ernst MJ, Oetiker S, Meichtry A, Kool J, Rissanen SM, Suni JH, Kankaanpää M. Pain intensity attenuates movement control of the lumbar spine in low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015 Dec;25(6):919-27. doi: 10.1016/j.jelekin.2015.10
29. Ruhe A, Fejer R, Walker B. Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? *BMC Musculoskelet Disord*. 2011 Jul 15;12:162. doi: 10.1186/1471-2474-12-162
30. Sung PS. A compensation of angular displacements of the hip joints and lumbosacral spine between subjects with and without idiopathic low back pain during squatting. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013 Jun;23(3):741-5. doi: 10.1016/j.jelekin.2013.02.003.
- 31 Hooper TL, James CR, Brismée JM, Rogers TJ, Gilbert KK, Browne KL, Sizer PS. Dynamic balance as measured by the Y-Balance Test is reduced in individuals with low back pain: A cross-sectional comparative study. *Phys Ther Sport*. 2016 Nov;22:29-34. doi: 10.1016/j.ptsp.2016.04.006.
32. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Brumagne S. Altered preparatory pelvic control during the sit-to-stance-to-sit movement in people with non-specific low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Dec;22(6):821-8. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.04.007

RINGRAZIAMENTI

Prima di tutto vorrei ringraziare la mia relattrice Dott.ssa Carolina Casagrande per la pazienza e la disponibilità dimostrata nella preparazione di questa tesi finale.

Ringrazio Lorenzo Visconti per il tirocinio tenuto ad Aosta, per l'esempio di empatia, correttezza, professionalità e buon cuore dato in quella settimana.

Ringrazio chi parzialmente ha "condizionato" la mia scelta di frequentare questo Master; Filippo e Mattia che, senza neanche accorgersene, mi hanno incoraggiata a voler conoscere sempre di più e sfidare me stessa con domande mai stupide e voglia di sapere senza confini. Siete un esempio per me e vi ammiro tanto professionalmente, ma soprattutto personalmente. Sapere di poter contare su di voi per me è importante.

La mia fedele amica Ilaria senza la quale tutto sarebbe stato meno sorridente di quanto è stato, Elena la mia piccola sorellina e il suo cuore infinitamente grande, i miei compagni di avventura Savonese, dai miei coinquilini e le mitiche cene in appartamento, ai Polentoni e Veneti, alla mitica Tere, la mia ciliegina sulla torta.

Ringrazio i miei amici colleghi Antonio, Debora, Elisa, Stefania per avermi sopportata a parlare di valigie da fare, cambi d'aereo e lezioni interminabili da studiare anche durante gli orari di lavoro o peggio, serate in pizzeria.

Ringrazio le mie persone fedeli Mariella, Marta, Gloria, Claudia, Lucia, Azzurra, Chiara, Antonietta, Luisa, Elena, Mariangela; tutte voi, ognuno a suo modo, mi avete dato forza e trasferito positività, ma soprattutto mi assicurate la vostra presenza nella mia vita.

Ringrazio te e quel tuo sguardo... timido e sincero... con la speranza che sia su di me ancora ed ancora!

Mio fratello, Fabiana e la stella della mia vita Gaia. Voi fate sempre in modo di esserci anche a km di distanza, anche se non bastate mai, ma ci siete e vi fate sentire forte e chiaro. Non ho altro da dire oltre che vi amo!

Mamma e papà, a voi va il mio GRAZIE più grande perchè vegliate su di me da sempre e credete in me anche quando io stessa ogni tanto scivolo. Finito un capitolo ne inizia un altro ma con la

certezza che, anche nelle difficoltà, voi ci siete e ci sarete **SEMPRE!** Vedervi sereni e orgogliosi riempie il mio cuore e la mia vita.

Infine ringrazio me stessa, per aver intrapreso un percorso intenso, stancante, stressante, appassionato, cercato, scelto e fortemente voluto. Mi ringrazio perchè sono testarda, caparbia, esigente, puntigliosa e tenace. Perchè punto in alto e rischio ma sempre cercando di limitare i danni ed essere responsabile. Perchè non mi pento delle mie scelte lavorative, cerco di ottenere ciò che mi prefiggo e sono sempre più convinta che questo sia il **MIO** lavoro.