



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

Low back pain nel runner: prevalenza e ricadute sui parametri biomeccanici

Candidato:

Dr. FT Giorgio Lari

Relatore:

Dr. FT OMT Luca Francini

1. ABSTRACT

BACKGROUND: Negli Stati Uniti più dell'80% della popolazione soffre di un episodio di Low Back Pain (LBP) nel corso della vita. In particolare, è stato visto che nei podisti amatoriali circa 1 runner su 10 va incontro a LBP nel primo anno di allenamento, ed è stato stimato inoltre che questo rappresenta circa il 10% di tutti i possibili infortuni in questa categoria di sportivi.

MATERIALI e METODI: La ricerca è stata effettuata attraverso i motori di ricerca PEDRO e Pubmed all'interno della banca dati MEDLINE, attraverso le parole chiave "Low back pain", "LBP" e "*runn" combinate con operatori booleani. Sono stati esclusi articoli non in lingua inglese, condotti su animali, che non indagassero il legame tra LBP e corsa oppure articoli che studiassero condizioni patologiche legate alla corsa diverse dal LBP. Sono stati inclusi tutti gli articoli che indagassero il legame tra low back pain e corsa, con focus sull'analisi biomeccanica tra soggetti con o senza LBP, articoli in lingua inglese o italiano, con disponibilità di abstract e full text.

OBIETTIVI: Lo scopo della presente revisione è quello di indagare il legame tra low back pain e corsa e come, eventualmente, la presenza di tale quadro clinico, alteri i parametri principali della biomeccanica della corsa.

RISULTATI: 7 articoli hanno rispettato i criteri di inclusione e sono stati inseriti quindi in questa review. Questi valutano differenti parametri legati al LBP nella popolazione dei runners: *Seay et al. (2010, 2011, 2013)* hanno valutato la coordinazione del distretto lombo pelvico; *Hart et al. (2008)* hanno indagato i momenti delle articolazioni di anca e ginocchio dopo esercizi isometrici di estensione lombare; *Hamill et al. (2009)* hanno valutato la rigidità delle articolazioni degli arti inferiori; *Muller et al. (2015)* hanno indagato i movimenti del tronco e degli arti inferiori durante il

cammino e la corsa su terreni regolari e irregolari; *Cai et al. (2015)* hanno valutato l'affaticabilità e l'attivazione dei muscoli estensori lombari e la forza dei muscoli estensori d'anca, abduttori d'anca ed estensori di ginocchio degli arti inferiori.

CONCLUSIONI: Dai dati emersi quello che sembra caratterizzare i runners con LBP dai gruppi di controllo è una maggiore rigidità nel movimento di flessione di ginocchio al momento dell'atterraggio al suolo dopo la fase di volo, associata ad un momento articolare più ampio nello stesso movimento. Un solo autore ha evidenziato un maggior estensione di ginocchio al momento del *touchdown*. Quello che emerge, invece, dagli studi di *Seay et al.* è una coordinazione più *in-phase* nei soggetti con LBP e una ridotta variabilità di coordinazione lombo-pelvica rispetto ai sani e questo, secondo gli autori, potrebbe predisporre a nuovi infortuni. L'eterogeneità dei parametri presi in esame dai vari autori e i diversi setting degli studi non permettono, purtroppo, di trarre conclusioni esaustive.

Sommario

1. ABSTRACT.....	2
2. BACKGROUND	5
2.1 LA BIOMECCANICA DELLA CORSA.....	5
2.2 LOW BACK PAIN	7
3. MATERIALE E METODI	11
4. RISULTATI	12
4.1 ANALISI DEI RISULTATI.....	14
5. DISCUSSIONE	25
6. CONCLUSIONI.....	33
7. BIBLIOGRAFIA.....	35

2. BACKGROUND

2.1 La biomeccanica della corsa

La corsa è un tipo di locomozione che utilizziamo quando dobbiamo spostarci più velocemente. Biomeccanicamente il corpo passa da una situazione che simula un pendolo durante la deambulazione ad una situazione più simile ad una molla durante la corsa.

Come la deambulazione, può essere descritta e suddivisa in cicli: ogni ciclo origina dal momento del contatto di un piede al suolo al successivo contatto dello stesso piede. La deambulazione avrà cicli di durata inferiore rispetto alla corsa.

Si parla di corsa, per definizione, quando viene a mancare la fase di doppio appoggio tipica del cammino e si verificano le due caratteristiche fasi di "volo", ovvero due fasi in cui non è presente contatto tra suolo e arti inferiori.

L'analisi della corsa comincia dalla presa di contatto del piede a terra che avviene con l'arto inferiore esteso: questa fase è molto importante perché da essa dipende l'efficacia dell'impulso che accelera il corpo dell'atleta ed il suo conseguente procedimento lineare; tutto quello che avviene in fase di volo ne è la diretta conseguenza. Il momento di ammortizzazione avviene con il piede che prende contatto con il suolo a livello del quinto metatarsale in leggera supinazione per poi scendere su tutta la pianta. Contemporaneamente all'avanzamento del bacino, l'arto si flette a livello di anca-ginocchio-caviglia concludendo la fase quando le ginocchia si trovano a pari altezza e la proiezione verticale del baricentro dell'atleta cade all'incirca sul metatarso.

Nella fase di appoggio si evidenzia una rotazione dell'arto inferiore sul piede che sposta il punto di appoggio dal 5° raggio metatarsale alle dita, per effetto dell'energia che l'arto oscillante sviluppa nella sua azione. In questa fase la dorsiflessione di caviglia permette un accumulo di energia potenziale che poi sarà trasformata in energia cinetica dai muscoli flessori plantari.

Dal momento in cui il femore si trova sulla verticale, inizia l'estensione dello stesso sul ginocchio e la caviglia in modo tale da promuovere l'avanzamento orizzontale del bacino e produrre un impulso che porti al distacco del piede dal suolo.

Strutture muscolari e tendinee accumulano durante la fase di appoggio energia elastica che rilasceranno poi successivamente attraverso lo stacco da terra per permettere la fase di volo.

L'energia derivante dall'esercizio della pressione al suolo da parte dell'arto presenta solo una minima componente vettoriale verticale, la maggior parte viene convogliata nello sviluppo di una forza vettoriale, diretta orizzontalmente, necessaria per vincere l'inerzia e permettere lo spostamento in avanti.

Durante la fase aerea, o di volo, si verifica il recupero dell'arto libero per permettere la tipica alternanza dello schema: l'arto che si trovava in appoggio diviene libero e l'arto che era in volo andrà a contatto con il suolo.

Affinché l'impulso sia efficace, è fondamentale la massima coordinazione tra i due arti.

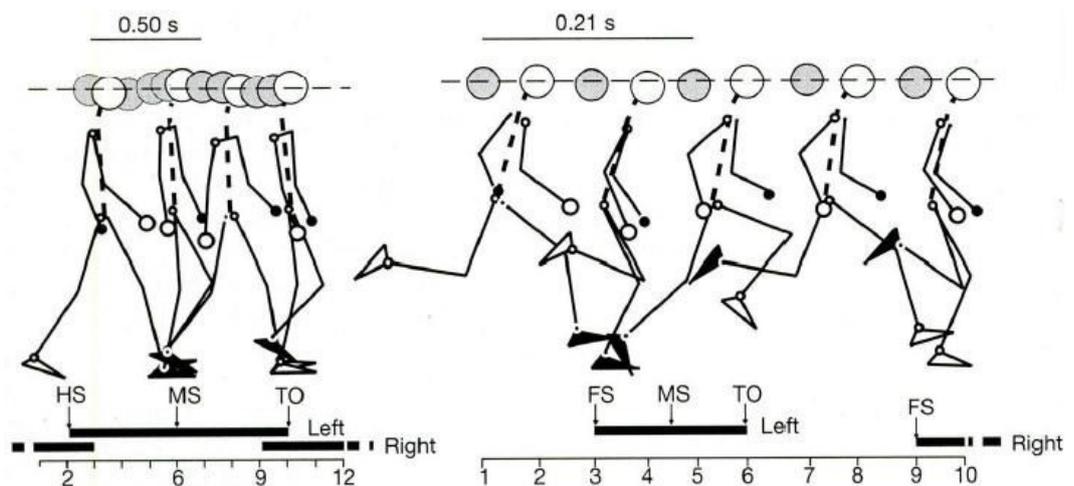


Figura 1. Rappresentazione grafica della biomeccanica del cammino (sinistra) e della corsa (destra).

2.2 Low back pain

Per lombalgia o low back pain si intende non un'entità clinica-patologica a sé stante ma un sintomo che viene definito come un dolore, con presenza o meno di limitazione funzionale, che si estenda tra il margine inferiore dell'arcata costale e le pieghe glutee inferiori, con eventuale irradiazione posteriore alla coscia ma non oltre il ginocchio.

Confrontare la prevalenza della lombalgia tra le diverse popolazioni nel tempo si è rivelato particolarmente complesso a causa della mancanza di una definizione uniforme e della marcata eterogeneità delle metodiche utilizzate nello studio della stessa, che hanno portato a una considerevole difficoltà nell'ottenere stime reali della prevalenza del fenomeno nella popolazione.

Dal punto di vista epidemiologico la lombalgia rappresenta una affezione la cui prevalenza è andata progressivamente aumentando di pari passo con l'invecchiamento della popolazione, senza aver mostrato sostanziali differenze dal punto di vista sessuale o dell'etnia di appartenenza.

Dagli studi epidemiologici [15] è emerso che l'80% della popolazione mondiale ha sperimentato almeno un episodio di lombalgia nell'arco della vita, con picco di incidenza fra i 30 e i 50 anni, divenendo questa uno dei più comuni problemi di salute pubblica nella popolazione mondiale con importante impatto socio-sanitario [15].

Il low back pain può limitare lo svolgimento delle normali attività della vita quotidiana e lavorativa. È divenuto il principale problema professionale e prima causa di assenza da lavoro per malattia nel nostro paese con importante impatto multifattoriale sulla società [20]. Il solo onere finanziario include non solo l'uso di risorse sanitarie e i costi delle cure mediche a carico del soggetto ma indirettamente anche la riduzione della produttività e le correlate spese amministrative.

Sulla base delle sue caratteristiche temporali è possibile distinguere una lombalgia acuta, la cui sintomatologia dolorosa si risolve entro 4 settimane

(90% dei casi), una forma subacuta per sintomatologia persistente fino a 12 settimane (correlata allo sviluppo di Yellow Flags) e una cronica per prolungamento oltre i 3 mesi di tempo. Dalla pubblicazione di molte revisioni sistematiche [20] sembra che la cronicizzazione del disturbo sia correlata a fattori psico-sociali, quali: stress psicologico, depressione, insoddisfazione sul lavoro, evitamento da paura del dolore e la probabilità di cronicizzazione del disturbo.

Nel 95% dei casi non è possibile definire tramite anamnesi, esame obiettivo e diagnostica strumentale quale sia il substrato strutturale da cui origini il dolore, riconducendo quest'ultimo a possibili cause meccaniche: si parla in questo caso di lombalgia aspecifica, non correlata cioè a nessuna alterazione organica.

Si ipotizza che verosimilmente alla base della sintomatologia dolorosa aspecifica vi siano il sovraccarico funzionale e i processi degenerativi a livello delle strutture muscolo-ligamentose, dei dischi intervertebrali, delle faccette articolari e dei processi spinosi del rachide lombare.

In meno del 5% dei casi circa il low back pain può essere però ricondotto a cause organiche sottostanti, si parla in questo caso di lombalgia specifica. Questa eventualità rende fondamentale una corretta raccolta anamnestica ed un approfondito esame obiettivo del paziente al fine di escludere importanti cause viscerali e sistemiche.

Quindi, nonostante nella maggior parte dei casi si sia di fronte ad una lombalgia non specifica, di tipo meccanico, con prognosi favorevole e tendenza alla risoluzione spontanea, nell'ambito del percorso assistenziale il primo passo deve essere volto alla ricerca di dati clinici-anamnestici di allarme che possano avvalorare il sospetto di una ipotetica grave causa alla base del dolore.

La lombalgia specifica comprende:

- Patologia tumorale primitiva o metastatica (in particolar modo correlata a neoplasia mammaria, polmonare o prostatica). Tra i criteri di sospetto in questo caso rientreranno una anamnesi positiva per patologia oncologica, età maggiore di 50 anni, dolore

ingravescente e continuo con persistenza durante il periodo notturno e presenza di altri segni di interessamento sistemico quali febbre e calo ponderale.

- Frattura vertebrale. I criteri di sospetto saranno età avanzata, osteoporosi, sesso femminile, terapia corticosteroidica a lungo termine, anamnesi positiva per evento traumatico, dolore notturno e accentuazione della sintomatologia algica al movimento e all'aumento di carico.
- Cause infettive (come spondiliti e spondilodisciti). In questo caso sarà presente dolore a riposo, a persistenza notturna, ben localizzato accompagnato o meno da febbre. I criteri di sospetto saranno recenti infezioni, immunodepressione, sieropositività per HIV, anamnesi positiva per tossicodipendenza e uso di droghe per via endovenosa.
- Cause infiammatorie e reumatologiche (quali ad esempio spondiloartriti). In questo caso l'esordio è generalmente subdolo e graduale con dolore di tipo infiammatorio con rigidità mattutina e miglioramento con l'esercizio, sensibilità alla somministrazione di farmaci antiinfiammatori e familiarità per patologie reumatologiche.
- Cause neurogene per compressione epidurale delle strutture nervose da parte di ernie e masse tumorali. I criteri di sospetto sono ritenzione urinaria, anestesia a sella, riduzione del tono dello sfintere anale, aree di debolezza, parestesie, disestesie e dolore in regione perineale e dell'arto inferiore.
- Affezioni di organi addomino/pelvici quali: prostatite, endometriosi, malattia infiammatoria pelvica, nefrolitiasi, pielonefrite, ascesso pararenale, pancreatiti e colecistopatie, patologie gastrointestinali e aneurisma dell'aorta, patologie di ambito ostetrico. In questi casi la presentazione clinica del paziente si assocerà a segni e sintomi differenti per ogni quadro clinico, quali: astenia, malessere generalizzato, calo ponderale, febbre, segni e sintomi a carico delle vie genito-urinarie (ematuria, bruciore alla minzione, pollachiuria, stranguria, disuria), irregolarità del ciclo mestruale. Di particolare importanza, per l'elevata mortalità, è la diagnosi differenziale nei

confronti della dissecazione dell'aneurisma dell'aorta addominale: in questo caso troveremo una massa pulsatile in epigastrio alla palpazione dell'addome e dolore lancinante ad insorgenza acuta, migrante, pallore, associato a iposfigmia dei polsi periferici, tachicardia, ipotensione.

Una corretta indagine anamnestica e un accurato esame obiettivo sono sufficienti, senza la necessità di ricorrere a ulteriori indagini radiologiche o laboratoristiche, ad identificare eventuali red flags. Ulteriori indagini saranno necessarie solo nel caso in cui non si abbia remissione del quadro entro 4-6 settimane, lasso di tempo in cui nella maggioranza dei casi di lombalgia aspecifica si ha remissione della sintomatologia.

Data la prognosi favorevole del disturbo aspecifico, l'intervento di prima scelta prevede la rassicurazione del paziente e la raccomandazione a rimanere attivi evitando il riposo a letto. La terapia farmacologica non costituisce il trattamento di prima scelta del LBP in qualsiasi stadio. La fisioterapia, attraverso l'esercizio terapeutico e la terapia manuale gioca un ruolo fondamentale per il recupero del paziente [20].

Non ci sono studi che documentino con precisione l'incidenza della lombalgia negli atleti, con risultati che vedono una variabilità di incidenza compresa tra il 10% e l'85%[2] a seconda dell'età dell'atleta e del tipo di sport praticato. In particolar modo, mancano in letteratura specifici dati epidemiologici riguardanti episodi di lombalgia nei runners.

3. MATERIALE e METODI

La ricerca della letteratura è stata condotta analizzando il database Medline (mediante PubMed).

Le parole chiave utilizzate sono “*low back pain*”, “*LBP*”, “**runn*” associate tra loro mediante l'utilizzo degli operatori booleani AND e OR al fine di includere il maggior numero di studi.

Questo ci ha permesso di generare la seguente stringa di ricerca:

*("Low back pain" OR LBP) AND runn**

La ricerca, conclusa entro il 2017, ha prodotto 120 risultati che sono stati poi selezionati, in prima istanza, attraverso la lettura dell'abstract al fine di includere gli articoli inerenti al quesito clinico oggetto della nostra ricerca.

Criteri di inclusione

Sono stati inclusi tutti gli articoli che indagassero il legame tra low back pain e corsa, con focus sull'analisi biomeccanica in soggetti con o senza LBP, articoli in lingua inglese o italiano, con disponibilità di abstract e full text.

Criteri di esclusione

I criteri di esclusione del nostro studio sono stati:

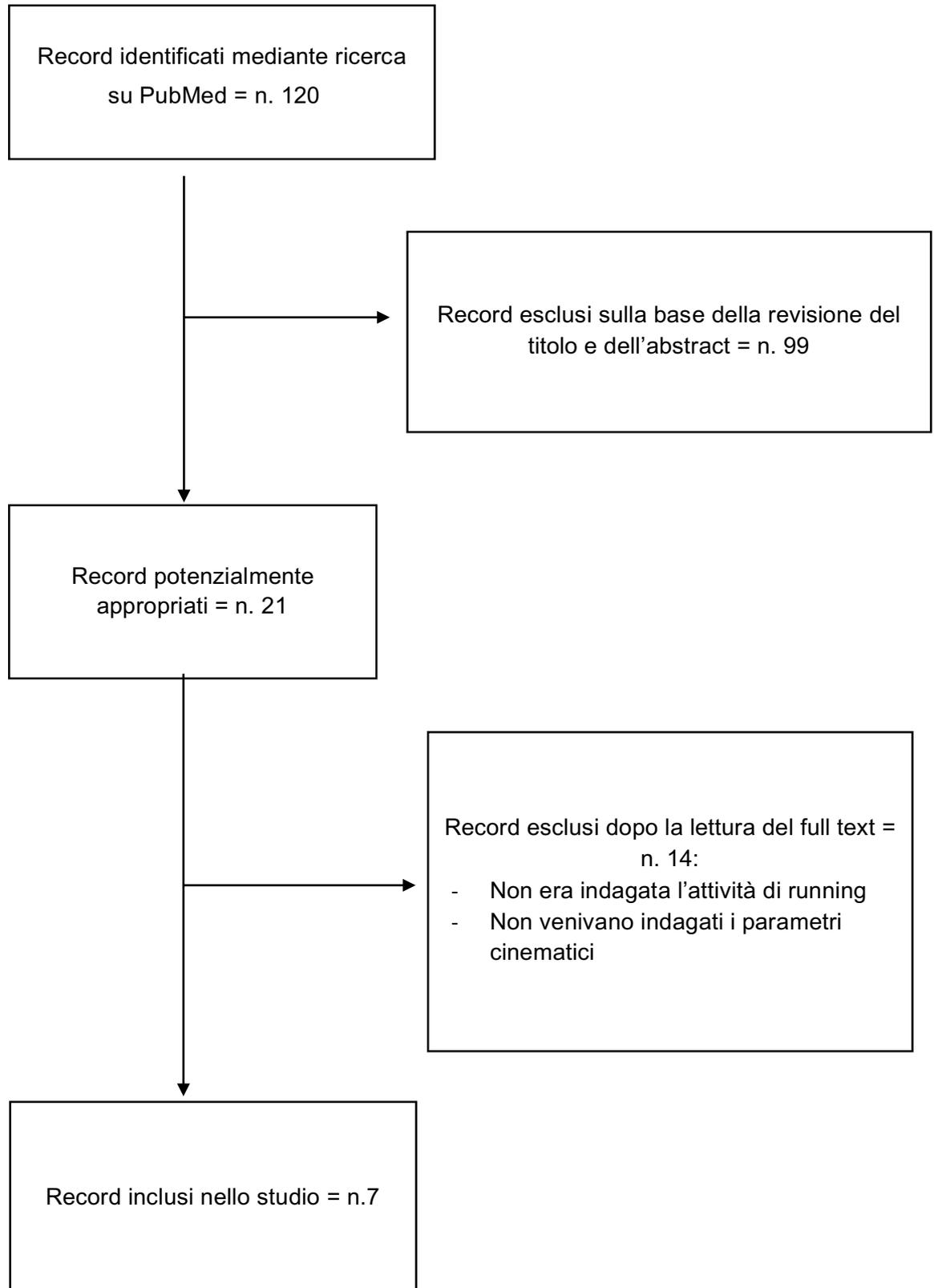
- Articoli non in lingua inglese
- Articoli condotti su animali
- Articoli che non indagavano il legame tra LBP e corsa
- Articoli che indagavano problematiche legate alla corsa diverse dal LBP

4. RISULTATI

La ricerca in letteratura effettuata inizialmente ha prodotto 120 risultati: di questi articoli 99 sono stati esclusi dopo la lettura del titolo e dell'abstract. 21 record sono stati ritenuti attinenti all'argomento e sono stati sottoposti a revisione tramite la lettura del full text: tra questi ne sono stati esclusi ulteriormente 14, secondo i criteri di esclusione. Nella seguente revisione sono stati quindi inclusi 7 articoli.

I passaggi della selezione sono schematizzati nella flow chart che segue.

Flow Chart



4.1 Analisi dei risultati

Rigidità delle articolazioni degli arti inferiori

L'unico autore che ha analizzato questo parametro è stato **J. Hamill et al. (2009)**. L'obiettivo di questo studio retrospettivo è stato quello di esaminare la rigidità articolare dell'arto inferiore nei runners con o senza low back pain. Hanno suddiviso un campione di 33 soggetti in 3 gruppi: un primo gruppo composto da 11 persone con low back pain (LBP), un secondo gruppo di 11 persone con anamnesi positiva per episodio di lombalgia risolto (RES) e un ultimo gruppo di 11 soggetti di controllo (CTRL). Sono stati stabiliti come criteri di inclusione dello studio che tutti i partecipanti corressero per una distanza minima di 20km a settimana e da almeno 6 mesi prima della raccolta dei dati.

Nel gruppo RES sono stati inclusi soggetti che avessero recuperato da un singolo episodio di LBP della durata inferiore alle 2 settimane e che non percepissero sintomatologia algica durante la corsa da almeno 6 mesi. Nel gruppo CTRL sono stati considerati coloro che non avessero mai avuto infortuni alla schiena e nel gruppo LBP persone con dolore da almeno 4 mesi. Sono stati esclusi dal gruppo di soggetti con LBP tutti coloro che presentavano alla base dello stesso una causa specifica.

Il setting dello studio prevedeva il posizionamento di 8 telecamere intorno ad un treadmill e l'applicazione di markers riflettenti sul bacino e sugli arti inferiori degli atleti. Prima di iniziare la registrazione, i runners prendevano familiarità con il treadmill per 5-10 minuti correndo a differenti velocità. La velocità veniva impostata a 3.8 m/s: i soggetti correvano per 30s a questa velocità e i dati cinematici venivano registrati durante gli ultimi 20s.

I risultati dello studio hanno mostrato differenze significative per quanto riguarda la rigidità del ginocchio in flessione tra i 3 gruppi, mentre nessuna differenza è stata riscontrata nei distretti di caviglia e anca.

Performance muscolare

Anche in questo caso è stato incluso un solo studio che ha analizzato il parametro di attivazione e performance muscolare tra soggetti sani e soggetti con LBP: **Cai C. et al. (2015)**.

Lo scopo di questo studio è stato di confrontare l'affaticabilità dei muscoli estensori lombari, l'attivazione della muscolatura lombare e la forza degli arti inferiori tra runners (uomini e donne) con low back pain cronico (LBP) e runners sani.

Il campione utilizzato è stato così suddiviso: 18 runners amatoriali con LBP cronico e 18 runners amatoriali sani; entrambi i gruppi divisi equamente tra uomini e donne.

I criteri di inclusione per il gruppo LBP sono stati: 1) una sintomatologia algica lombare > 3 mesi ma < 36 mesi; 2) correre almeno 2 volte a settimana per più di 2 km a sessione e inizio dell'attività almeno 6 mesi prima dell'inizio dello studio. Gli stessi criteri di inclusione sono stati applicati al gruppo di controllo, ad eccezione del fatto che questi non dovevano presentare lombalgia o patologie/sintomatologia agli arti inferiori.

I criteri di esclusione per il gruppo LBP sono stati: 1) un'intensità del dolore lombare > 4/10 nella scala NRS; 2) cause specifiche di lombalgia (fratture, segni di radicolopatia, etc.); 3) disordini metabolici o ormonali; 4) storia di interventi chirurgici sulla colonna vertebrale; 5) storia di patologie a carico degli arti inferiori; 6) un alto punteggio al questionario *Fear Avoidance Beliefs Questionnaire* (punteggio alle voci attività fisica > 12; lavoro > 19); 7) un lavoro che prevedesse lo spostamento di carichi pesanti; 8) uso di farmaci per il dolore.

L'affaticabilità della muscolatura lombare è stata registrata utilizzando degli elettrodi sul muscolo *lunghissimo del dorso* durante il Sorensen Test. Questo test è stato eseguito con i soggetti in posizione prona, con le creste iliache in corrispondenza del bordo del lettino: gli arti inferiori sono stati fissati a questo tramite 3 nastri di velcro e il soggetto, con le braccia incrociate sul petto, è stato invitato a mantenere un'estensione attiva del

tronco contro gravità per 2 minuti. Il test veniva interrotto in caso di dolore riferito dal paziente oppure nel caso di mancato mantenimento da parte del soggetto di una posizione parallela al pavimento.

L'attivazione della muscolatura lombare, invece, è stata indagata attraverso la misura dello spessore dei muscoli *trasverso dell'addome* e *multifido lombare* con uno scanner ad ultrasuoni.

L'attività del *trasverso dell'addome* è stata registrata a riposo e durante una contrazione sub-massimale indotta da una flessione di anca attiva (*active straight leg raise*). In modo simile, l'attività del muscolo *multifido* è stata registrata a riposo e poi richiedendo al soggetto una contrazione sub-massimale indotta dal mantenimento del braccio sollevato, in posizione prona, con un peso di 0.8 kg tenuto in mano. Il lato testato per primo è stato determinato in modo randomizzato. Per l'analisi dei dati è stata considerata una media tra 3 prove per ogni gruppo muscolare.

La forza dei muscoli dell'arto inferiore è stata registrata attraverso la misura bilaterale del picco di forza massimo dei muscoli estensori d'anca, abduzioni d'anca ed estensori di ginocchio. I dati sono stati misurati attraverso un dinamometro isocinetico impostato sul programma di contrazione concentrica alla velocità di 60°/s. Il lato del corpo e la sequenza dei test è stato determinato in modo randomizzato e, come in precedenza, per l'analisi dei dati utilizzata una media tra 3 prove per ogni gruppo muscolare.

I risultati dello studio hanno mostrato che: 1) non ci sono state differenze significative tra i gruppi per quanto riguarda l'affaticabilità dei muscoli estensori lombari; 2) una riduzione dello spessore della muscolatura statisticamente significativa tra i gruppi è stata registrata solo tra i runners di genere maschile; 3) nel gruppo LBP è stata registrata una riduzione significativa del picco di forza massima dei muscoli estensori di ginocchio rispetto al gruppo di controllo.

Analisi cinematica nel jogging

J.M. Hart et al. (2007) hanno indagato l'eventuale cambiamento del momento della forza sviluppato dalle articolazioni di anca e ginocchio durante il jogging dopo l'esecuzione di esercizi di attivazione della muscolatura paraspinale lombare. Il campione di 50 soggetti è stato suddiviso in due gruppi: un primo gruppo che includesse 25 individui con una storia pregressa di low back pain (LBP) e un secondo gruppo composto da 25 individui sani con anamnesi patologica remota negativa per lombalgia. Nel gruppo LBP sono stati inclusi soggetti con più di 3 episodi di LBP nei 3 anni precedenti allo studio o con un minimo 5 episodi nell'arco della vita. Un episodio di lombalgia è stato considerato tale solo qualora fosse di intensità sufficiente a limitare o modificare le attività quotidiane del soggetto. Nessuno dei soggetti in studio doveva presentare problemi al ginocchio, storia di interventi chirurgici o infortuni agli arti inferiori nei 6 mesi precedenti. Sono stati esclusi tutti coloro per i quali fosse stata riscontrata una causa specifica alla base della lombalgia. Ai soggetti sono stati applicati 2 elettrodi a livello della muscolatura paraspinale lombare, utili alla registrazione dell'attività EMG; un altro elettrodo è stato posto a metà della superficie anteriore della tibia. Sono stati inoltre applicati, con lo scopo di calcolare gli angoli e i momenti vettoriali articolari, alcuni markers riflettenti su arti inferiori, arti superiori e tronco.

Ai soggetti è stato chiesto, dopo un periodo di warm-up e familiarizzazione con il treadmill per 5 minuti, di procedere alla propria velocità per 60s e sono stati così registrati i dati cinematici al baseline. Dopodiché sono stati invitati a posizionarsi su una panca per l'iperstensione lombare e iniziare l'esercizio: 10s in contrazione isometrica mantenendo il busto parallelo al pavimento seguiti da 10s di riposo. I partecipanti dovevano portare avanti la sequenza fino alla avvenuta registrazione di fatica, ovvero fino al raggiungimento di una diminuzione del 10% della frequenza media all'EMG. A questo punto l'esercizio veniva interrotto e il soggetto tornava

sul treadmill perché potessero essere registrati nuovamente i parametri cinematici di interesse alla stessa velocità scelta al baseline.

I risultati ottenuti hanno mostrato che nei soggetti con storia di LBP, dopo gli esercizi di attivazione della muscolatura lombare, si sviluppava un momento di modulo più ampio durante la flessione di ginocchio rispetto al gruppo di controllo.

Analisi cinematica nel *running*

4 sono gli studi che hanno valutato i parametri cinematici e biomeccanici nel running: 3 sono stati condotti da *J.F. Seay et al. (2010; 2011; 2013)* e 1 da *R. Muller et al. (2015)*.

Lo scopo del primo studio pubblicato da *Seay et al.* era di comparare la coordinazione lombo-pelvica e la sua variabilità durante il cammino e la corsa in tre gruppi di soggetti: 14 runners con low back pain (LBP), 14 runners che avessero ormai recuperato da un singolo episodio acuto di low back pain (RES) e 14 runners che non avessero mai avuto sintomatologia lombare (CTR).

Il gruppo LBP includeva soggetti con una sintomatologia lombare della durata minima di 4 mesi, il gruppo RES soggetti con pregressa sintomatologia della durata inferiore alle 6 settimane ormai risolta e con assenza di sintomi da almeno 6 mesi. Il gruppo di controllo includeva invece runners che non avessero mai presentato problemi alla schiena. Lo studio escludeva tutti i runners con cause specifiche di lombalgia. Ai soggetti venivano applicati dei markers per permettere l'analisi cinematica e veniva chiesto loro di fare un riscaldamento di 10' sul treadmill. Completato il warm-up, iniziavano a camminare a 0.8 m/s e la velocità veniva aumentata sistematicamente di 0.5 m/s fino al raggiungimento di una velocità di 3.8 m/s: ogni passaggio doveva essere della durata di 30s e i dati essere registrati negli ultimi 20s.

I risultati hanno mostrato che durante la corsa il gruppo LBP e il gruppo RES presentavano sul piano trasverso, in modo statisticamente significativo, una coordinazione lombo-pelvica più *in-phase* (ovvero il tronco e la pelvi si muovevano con velocità angolari nelle stesse direzioni) rispetto al gruppo di controllo. I soggetti sani presentavano, al contrario, una coordinazione in *anti-phase* (cioè velocità angolari in direzioni opposte tra tronco e pelvi). Durante il cammino, invece, questa differenza è stata registrata sul piano sagittale e solo tra il gruppo LBP e CTR. Il gruppo CTR dimostrava inoltre una più ampia variabilità di coordinazione sul piano trasverso durante la corsa rispetto al gruppo LBP.

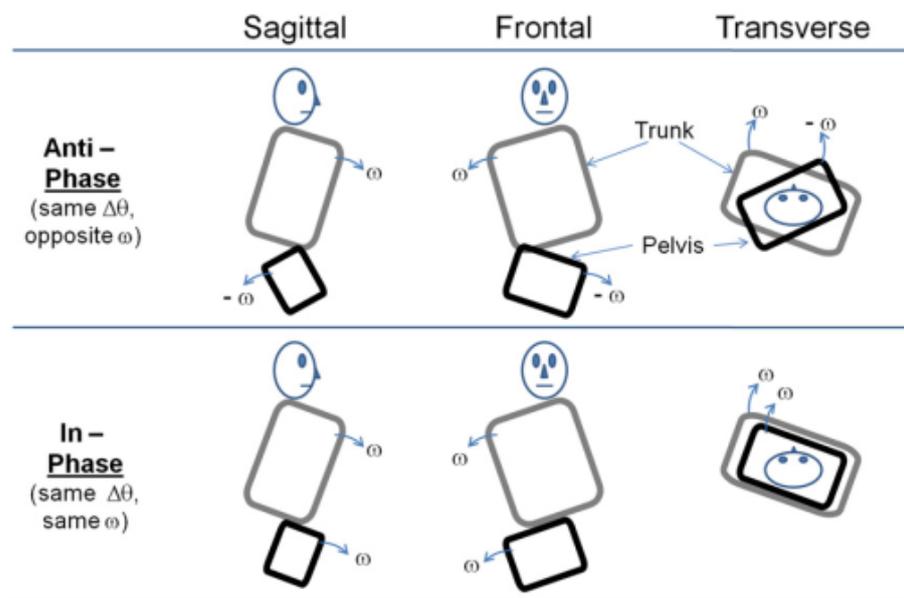


Figura 2. Rappresentazione grafica della coordinazione lombo-pelvica "in-phase" e "anti-phase" vista nei 3 piani anatomici. ω = velocità angolare; θ = spostamento angolare

Nel 2011 gli stessi autori hanno applicato nuovamente il protocollo utilizzato nello studio precedente: sono stati presi in considerazione 3 gruppi (LBP, RES e CTR) analizzati attraverso videocamere 3D durante il cammino e la corsa sul treadmill con incremento graduale della velocità. I risultati hanno mostrato una rotazione assiale della pelvi durante la corsa maggiore nel gruppo LBP rispetto al controllo. Inoltre, sia il gruppo LBP

che il gruppo RES, hanno mostrato durante la corsa una maggior coordinazione *in-phase* sul piano trasverso.

Durante il cammino, invece, solo il gruppo LBP ha mostrato una coordinazione *in-phase* sul piano frontale.

Successivamente, nel 2013, si sono proposti invece l'obiettivo di esaminare la coordinazione nei movimenti di *bend* e *twist* (inclinazione laterale e rotazione) del tronco in 3 gruppi di runners: soggetti con low back pain (LBP), soggetti che avessero risolto un episodio di lombalgia aspecifica (RES) e soggetti che non avessero mai avuto sintomatologia nella regione lombare. Il protocollo e il setting che hanno utilizzato è stato il medesimo degli studi pubblicati nel 2010 e 2011. I risultati del lavoro hanno confermato quello che avevano già trovato gli stessi autori negli studi precedenti: il gruppo LBP ha mostrato una coordinazione del tronco più *in-phase* nei movimenti di *bend* e *twist* rispetto al gruppo di controllo, a prescindere dalla velocità della corsa.

Nel 2015, **R. Muller et al.** hanno studiato questi parametri cinematici introducendo un parametro interessante, il cambiamento di superficie sulla quale correvano i soggetti. L'obiettivo di questo studio è stato infatti di indagare se il low back pain non-specifico cronico (CNLBP) potesse causare modificazioni nei movimenti degli arti inferiori e del tronco, durante il cammino e la corsa su terreni regolari e sconnessi.

Il campione utilizzato è stato suddiviso in due gruppi: 11 soggetti con CNLBP e 11 soggetti sani. Questi sono stati istruiti a camminare (e successivamente correre), alla velocità che preferivano, lungo un percorso di 17 m con al centro due pedane di forza adiacenti, con l'unico vincolo rappresentato dal fatto che dovessero centrare il piede destro sulla prima pedana e il sinistro sulla seconda.

Dopo aver fatto camminare e correre sul percorso "regolare", la prima pedana è stata rialzata di 10 cm per simulare un terreno irregolare e i soggetti istruiti nuovamente prima al cammino e poi alla corsa sul nuovo percorso.

Prima della registrazione dei dati, tutti i soggetti dovevano aver completato con successo almeno 5 prove consecutive per ogni tracciato e per ogni modalità di spostamento (cammino e corsa).

Sono stati applicati dei *markers* sugli individui e i dati catturati da 8 videocamere ed elaborati da un sistema in 3D.

I risultati emersi dallo studio non hanno mostrato differenze significative nella corsa tra i due gruppi né riguardo la velocità né riguardo la lunghezza del passo.

Sul terreno “regolare”, inoltre, non sono emerse differenze riguardo al picco di forza di reazione al suolo, né differenze cinematiche del tronco o degli arti inferiori al momento dell’atterraggio al suolo. Tuttavia, nel gruppo CNLBP, è stata notata una riduzione dell’ampiezza della rotazione della pelvi e del tronco rispetto al gruppo di controllo.

Sul terreno “irregolare”, invece, il picco di forza di reazione al suolo durante il primo contatto con la pedana elevata e il successivo contatto con la seconda pedana sono apparsi diminuiti in modo significativo nel gruppo CNLBP. Come osservato sul terreno regolare, anche qui è stata riscontrata una diminuita ampiezza della rotazione della pelvi e del tronco rispetto al gruppo di controllo e il ginocchio, nel gruppo CNLBP, è risultato più esteso al momento del contatto con la seconda pedana.

Titolo	Autori	Obiettivo	Campione	Risultati
<i>Jogging gait kinetics following fatiguing lumbar paraspinal exercise.</i>	JOSEPH M. HART, D. CASEY KERRIGAN, JULIE M. FRITZ, ETHAN N. SALIBA, BRUCE GANSNEDER, CHRISTOPHER D. INGERSOLL 2008	Determinare se i momenti delle articolazioni di anca e ginocchio cambiavano dopo esercizi isometrici di estensione lombare in soggetti sani o con LBP.	25 partecipanti per ogni gruppo (LBP e controllo); assenza di patologie agli arti inferiori in entrambi i gruppi.	Il gruppo LBP mostrava un momento di flessione del ginocchio più ampio rispetto al controllo.
<i>Lower extremity joint stiffness in runners with low back pain.</i>	JOSEPH HAMILL, MICHAEL MOSES & JOSEPH SEAY 2009	Esaminare la rigidità delle articolazioni degli arti inferiori tra runners con o senza low back pain	11 partecipanti per ogni gruppo. Tutti runners amatoriali che correvano minimo 20km a settimana	Il gruppo LBP mostrava una maggiore rigidità in flessione sull'articolazione del ginocchio.
<i>Low back pain status affects pelvis-trunk coordination and variability during walking and running.</i>	JOSEPH F. SEAY, RICHARD E. A. VAN EMMERIK, & JOSEPH HAMILL. 2010	Esaminare la coordinazione e la variabilità di coordinazione lombo-pelvica sul piano sagittale e assiale durante il cammino e la corsa tra persone con low back pain (LBP), persone con singolo episodio di LBP risolto (RES) e persone che non hanno mai avuto LBP (CTR)	14 partecipanti per ogni gruppo, età compresa tra i 18 e i 40 anni. Tutti runners amatoriali che correvano minimo 20km a settimana	Entrambi i gruppi LBP e RES mostravano una coordinazione sul piano trasverso più "in-phase" rispetto al gruppo CTR. Il gruppo LBP inoltre mostrava una minore variabilità di coordinazione sul piano trasverso rispetto al gruppo CTR.

<i>Influence of Low back pain statut on pelvis-trunk coordination during walking and running.</i>	JOSEPH F. SEAY, RICHARD E. A. VAN EMMERIK, & JOSEPH HAMILL. 2011	Esaminare la coordinazione e l'escursione segmentale tridimensionale lombo-pelvica durante il cammino e la corsa tra persone con low back pain (LBP), persone con LBP risolto (RES) e persone che non hanno mai avuto LBP (CTR)	14 partecipanti per ogni gruppo, età compresa tra i 18 e i 40 anni. Tutti runners amatoriali che correvano minimo 20km a settimana	Il gruppo LBP mostrava una rotazione maggiore della pelvi sul piano assiale rispetto al gruppo CTR e rimaneva più "in fase" sul piano trasverso durante il ciclo del passo. Inoltre, sia il gruppo LBP sia il gruppo RES, dimostravano una coordinazione in "anti-phase" ridotta rispetto al gruppo CRT.
<i>Trunk bend and twist coordination is affected by low back pain status during running.</i>	JOSEPH F. SEAY, RICHARD E. A. VAN EMMERIK, & JOSEPH HAMILL. 2014	Esaminare la coordinazione lombo-pelvica sul piano sagittale e assiale durante la corsa tra persone con low back pain (LBP), persone con LBP risolto (RES) e persone che non hanno mai avuto LBP (CTR)	14 partecipanti per ogni gruppo, età compresa tra i 18 e i 40 anni. Tutti runners amatoriali che correvano minimo 20km a settimana senza altra patologia ortopedica pregressa agli arti inferiori.	La coordinazione lombo-pelvica in flessione e rotazione era più "in-phase" nel gruppo LBP rispetto al gruppo CTR, indipendentemente dalla velocità di corsa.
<i>Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running</i>	ROY MULLER, THOMAS ERTELT, REINHARD BLICKHAN 2015	Determinare se il low back pain aspecifico cronico potesse modificare i movimenti del tronco e degli arti inferiori durante il cammino e la corsa su terreni regolari e irregolari.	11 partecipanti con low back pain aspecifico cronico (CNLBP) e 11 partecipanti sani.	Il gruppo CNLBP mostrava una diminuita rotazione della pelvi durante il cammino e la corsa, sia su terreni regolari che non regolari. La rotazione del tronco nei soggetti con CNLBP era diminuita rispetto al controllo solo durante la corsa su terreni irregolari. Inoltre il gruppo CNLBP mostrava un'estensione di

				ginocchio maggiore al contatto con il suolo dopo la fase di "volo" durante la corsa su terreno non regolare.
<i>Low back and lower limb muscle performance in male and female recreational runners with chronic low back pain</i>	CONGCONG CAI, PUI W. KONG 2015	Mettere a confronto l'affaticabilità dei muscoli estensori lombari, l'attivazione dei muscoli lombari e la forza dei muscoli estensori d'anca, abductori d'anca ed estensori di ginocchio degli arti inferiori tra runners (uomini e donne) con low back pain cronico e runners sani.	18 runners amatoriali con low back pain cronico (CLBP) (9M;9F) e 18 runners sani (CTR) (9M;9F)	Il gruppo CLBP mostrava un picco di forza del quadricipite ridotto del 12.2% rispetto al gruppo CTR. Inoltre, rispetto ai sani, i soggetti maschi del gruppo CLBP mostravano un minor cambiamento dello spessore del muscolo multifido tra la posizione di riposo e quella in contrazione, misurato con uno scanner ad ultrasuoni.

5. DISCUSSIONE

L'obiettivo di questa revisione è stato quello di indagare il legame tra low back pain e corsa e come, eventualmente, la presenza di tale quadro clinico, alteri i parametri principali della biomeccanica della corsa.

Il primo dato che emerge, al termine del processo di revisione, è la presenza di pochi articoli che abbiano messo in correlazione il low back pain nella popolazione dei runners.

Questo potrebbe essere dovuto principalmente alla bassa incidenza del LBP in questo tipo di atleti, se confrontata all'incidenza molto più alta di infortuni che affliggono l'arto inferiore [27], e all'alto costo dell'attrezzatura necessaria allo studio dei parametri cinematici.

La review include 7 articoli, di cui:

- ✓ 1 studio (*Joseph M. Hart et al. 2008*) che misura i momenti di forza delle articolazioni di anca e ginocchio dopo aver eseguito esercizi di attivazione della muscolatura lombare in 2 gruppi: un gruppo con storia di LBP e un gruppo di controllo.
- ✓ 1 studio (*Joseph Hamill et al. 2009*) che valuta la rigidità delle articolazioni degli arti inferiori tra runners con LBP, runners che hanno risolto un episodio acuto di LBP e runners di controllo sani
- ✓ 3 studi elaborati dagli stessi autori (*Joseph F. Seay et al. 2010, 2011 e 2013*) che indagano la coordinazione lombo-pelvica e del tronco nel cammino e nella corsa tra runners con LBP, runners che hanno risolto un episodio acuto di LBP e runners di controllo sani
- ✓ 1 studio (*Congcong Cai et al. 2015*) che compara l'affaticabilità dei muscoli estensori lombari, l'attivazione della muscolatura lombare e la forza degli arti inferiori tra runners (uomini e donne) con LBP cronico e runners sani

- ✓ 1 studio (*Roy Muller et al. 2015*) che indaga i movimenti del tronco e degli arti inferiori, sia su terreno regolare che su terreno irregolare, tra runners con LBP cronico e runners di controllo sani.

Possiamo evincere, fin da subito, che c'è molta eterogeneità dei parametri studiati dai vari autori.

R. Muller et al. (2015) hanno condotto uno studio per valutare se il low back pain non specifico cronico possa causare dei cambiamenti nei movimenti cinematici del tronco e degli arti inferiori durante il cammino e la corsa su terreni regolari e irregolari.

Quello che hanno riscontrato è:

- una riduzione nel gruppo CNLBP dell'ampiezza di rotazione della pelvi e del tronco rispetto al gruppo di controllo nella corsa su terreno regolare e nel cammino sia su terreno regolare che irregolare.

Il dato è in contrasto con i risultati degli studi precedenti che non avevano rilevato differenze tra i due gruppi e potrebbe essere attribuito alla diversa metodologia utilizzata.

Gli autori infatti, nella scelta dei reperi anatomici per l'analisi cinematica, hanno scelto di applicare i markers per misurare la rotazione del bacino sul gran trocantere e non sulla cresta iliaca: questo ha fatto sì che il movimento di rotazione del bacino fosse influenzato dai movimenti dell'arto inferiore; allo stesso modo, per calcolare la rotazione del torace, hanno applicato i markers sull'acromion e sul processo spinoso di C7.

- un aumentato angolo di estensione di ginocchio al momento del primo contatto con il suolo, sia durante il cammino su terreno regolare sia durante il cammino e la corsa su terreno irregolare. Gli autori suggeriscono che questo dato potrebbe essere messo in correlazione con il fatto che i soggetti con CNLBP tendono a camminare (e a correre) ad una velocità ridotta rispetto alla popolazione sana: nei soggetti sani all'aumentare della velocità

corrisponde un angolo di flessione più ampio del ginocchio al momento del primo contatto con il terreno in modo tale da assorbire meglio le forze; i runners con CNLBP invece, mantenendo un angolo più esteso del ginocchio, sono costretti a rallentare la loro velocità di locomozione per riuscire ad assorbire in modo efficace le forze di reazione del suolo.

I limiti di questo studio sono: 1) numero di partecipanti limitato, anche se sufficiente a trovare delle differenze significative tra i due gruppi; 2) impostazione del protocollo sperimentale fissa e non randomizzata; 3) velocità della corsa/cammino nel terreno irregolare non prestabilita e lasciata impostare in base alla preferenza dei partecipanti; 4) posizionamento dei markers non specifico per la rilevazione dei parametri cinematici.

Cai C. et al. (2015) hanno indagato l'affaticabilità dei muscoli estensori lombari, l'attivazione della muscolatura lombare e la forza degli arti inferiori tra runners (uomini e donne) con low back pain cronico (LBP) e runners sani.

I risultati ottenuti mostrano che i runners di genere maschile mostrano una ridotta attivazione del muscolo multifido lombare e dei ridotti cambiamenti nello spessore del muscolo tra la fase di riposo e la fase di esercizio. Gli autori affermano che la riduzione di attivazione osservata potrebbe essere dovuta ad una inibizione per il dolore percepito attraverso una via riflessa a circuito lungo. Nonostante ciò, dall'interpretazione di questi dati, non sono riusciti a comprendere perché questo fenomeno sia stato rilevato solo nel genere maschile: a loro avviso, il fatto che nel sesso femminile il muscolo multifido abbia un'area trasversa di per sé ridotta rispetto al sesso maschile, potrebbe rendere il deficit, qualora presente, meno evidente.

Altro dato emerso dallo studio è una diminuita forza dei muscoli estensori del ginocchio nei soggetti con LBP cronico rispetto al gruppo di controllo: in letteratura non sembrano esserci informazioni sulla forza degli arti inferiori nei runners con LBP cronico. È presente solo uno studio di *Hamill*

J. et al. (2009), incluso in questa review, che riporta un aumento della rigidità del ginocchio nel movimento di flessione durante la corsa nei soggetti con LBP rispetto ai soggetti di controllo sani. La debolezza degli estensori di ginocchio, secondo gli autori, potrebbe aumentare la rigidità dell'articolazione durante la corsa e quindi ridurre la capacità di attenuazione delle forze con il terreno, aumentando di conseguenza lo stress, e il dolore, a carico della colonna lombare.

Non sono state rilevate differenze invece nella forza dei muscoli estensori e abduzioni dell'anca: questo è un dato che sembra in contrasto con la letteratura, ma è da segnalare che gli studi precedenti avevano un campione di popolazione mediamente più anziana e più sedentaria e soprattutto la forza veniva misurata con i soggetti in posizione seduta [16][18]; in questo studio, per simulare meglio l'attività della corsa, gli autori hanno scelto, invece, di misurarla in posizione eretta. È difficile dunque mettere a confronto questi dati, anche perché il grado di allenamento dei muscoli dell'anca è notevolmente diverso tra runners e la popolazione generale: quindi, l'uso frequente di questi muscoli da parte dei runners con LBP cronico potrebbe nascondere deficit funzionali. I limiti di questo studio sono: 1) non aver misurato le caratteristiche biomeccaniche della corsa e la cinematica degli arti inferiori; 2) il campione utilizzato ha un range di età molto stretto e non permette di generalizzare i risultati a tutta la popolazione; 3) il gruppo LBP ha un alto livello di attività funzionale e questo non permette di applicare i dati rilevati su runners con LBP ma con livelli di attività più bassi.

J. Hamill et al. (2009) hanno condotto uno studio retrospettivo esaminando la rigidità delle articolazioni degli arti inferiori tra runners con LBP, runners che avevano risolto un episodio di LBP e runners sani. Quello che emerge dai risultati dello studio è una differenza significativa tra i gruppi riguardo al ROM articolare in flessione di ginocchio, con il gruppo LBP che mostra la maggiore rigidità di questa articolazione: il dato, secondo gli autori, è da imputare alla riduzione del ROM articolare in flessione di ginocchio sul piano sagittale; non sono state riscontrate infatti differenze per quanto riguarda i momenti articolari.

Come riscontrato in altri studi inclusi in questa review, questo parametro potrebbe essere messo in relazione con il low back pain: durante la fase di contatto con il suolo nella corsa, le forze generate dall'impatto del piede vengono trasmesse alla colonna vertebrale e se queste non vengono attenuate in modo adeguato (aumentando il ROM in flessione di ginocchio) generano maggiore stress articolare sia sull'arto inferiore che nella regione lombare.

Tuttavia, dato che questo è uno studio retrospettivo, i dati emersi non possono indicare un chiaro rapporto di causa-effetto tra la riduzione della flessione di ginocchio durante la prima fase di appoggio nella corsa e il LBP nei runners. Ciò nonostante, dal punto di vista clinico, questi risultati ci indicano che dovremmo valutare lo schema della corsa nei runners che presentano lombalgia ed eventualmente suggerire loro di aumentare la flessione di ginocchio durante il primo contatto con il terreno in modo tale da attenuare meglio le forze trasmesse alla regione lombare.

J. M. Hart et al. (2008) hanno condotto uno studio per valutare se i momenti delle articolazioni di anca e ginocchio si modificano durante l'attività di *jogging* dopo aver eseguito degli esercizi di attivazione della muscolatura paraspinale. Il loro obiettivo è stato quello di simulare una diminuzione della stabilità della colonna lombare, condizione comune nelle persone che soffrono di episodi ricorrenti di LBP, e di testarne gli effetti cinematici.

I risultati emersi durante il jogging, dopo aver eseguito gli esercizi di attivazione della muscolatura lombare, evidenziano: 1) una riduzione dei momenti in flessione, adduzione e rotazione interna di ginocchio e in rotazione esterna di anca; 2) un aumento del momento di estensione del ginocchio; 3) un momento più ampio in flessione di ginocchio nei soggetti con storia di LBP rispetto al gruppo di controllo.

I primi due dati elencati sono stati rilevati in entrambi i gruppi, senza una differenza significativa tra i soggetti sani e quelli con storia di LBP. Gli autori sostengono che le variazioni dei momenti articolari di anca e ginocchio prima e dopo gli esercizi di attivazione della muscolatura lombare siano dovute ad un'alterata strategia neuromuscolare usata nel

momento di decelerazione del corpo durante la fase di *midstance* (la fase di appoggio dell'arto inferiore che segue subito dopo la fase del primo contatto al suolo del piede) utilizzata per compensare la fatica muscolare insorta nei muscoli del distretto lombo-pelvico dopo l'esercizio di endurance muscolare. L'incapacità da parte della muscolatura degli arti inferiori di rallentare la velocità di progressione della corsa potrebbe così trasferire forze di reazione del suolo alla colonna lombare, richiedendo un'attivazione marcata della muscolatura del *core* lombo-pelvico, che solitamente nei soggetti con low back pain è di per sé deficitaria. Questo ciclo di eventi potrebbe così spiegare la natura ricorrente del LBP, anche se dobbiamo ribadire che gli autori, analizzando questi parametri, non hanno riscontrato differenze significative tra i due gruppi.

L'unico dato che caratterizza i soggetti con LBP è il momento di flessione di ginocchio più ampio rispetto ai soggetti sani: questo potrebbe suggerire che, a causa di una muscolatura del *core* lombo-pelvico instabile, le persone con lombalgia fanno più affidamento sulla muscolatura anteriore della coscia per attenuare le forze da assorbire durante il contatto con il suolo.

Tutto ciò, secondo gli autori, potrebbe giustificare le differenti risposte neuromuscolari durante gli esercizi rispetto al gruppo di controllo.

I risultati di questo studio non sono purtroppo trasferibili all'intera popolazione di runners perché gli autori hanno analizzato questi parametri cinematici solo nell'attività di jogging, ovvero un genere di corsa a velocità ridotta.

J. Seay et al. (2010; 2011; 2013) hanno condotto tre studi, adottando lo stesso protocollo, con lo scopo di indagare l'influenza del LBP nella coordinazione del tratto lombo-pelvico (2010 e 2011) e del tronco (2013) durante il cammino e la corsa.

Gli autori hanno riscontrato differenze significative tra i 3 gruppi (LBP, RES, CTR) soprattutto nella corsa, schema motorio in cui sono richiesti compiti meccanici e neuromuscolari maggiori rispetto al cammino dovuti alla fase "di volo" che richiede una successiva decelerazione e attenuazione di forze utilizzando un solo piede come supporto.

In particolare, dai risultati di questi studi, è emerso che:

- 1) il gruppo LBP mostra una rotazione assiale della pelvi maggiore durante la corsa rispetto al gruppo di controllo. Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che i soggetti con LBP, per una debolezza della muscolatura o per adattamento al dolore, non riescono a rallentare la rotazione del bacino durante il primo contatto con il suolo dopo la fase di volo e quindi viene registrato un movimento più ampio su questo segmento corporeo.
- 2) i gruppi LBP e RES mostrano una coordinazione più *in-phase* sul piano trasverso (2010) e sul piano frontale (2011) rispetto al gruppo CTR. Questi dati, associati al *guarded-gait* (ovvero il cammino “protettivo” che assumono i soggetti) e alla rotazione assiale del bacino, caratterizzano in modo evidente i soggetti con LBP: per stabilizzare la regione lombare adottano una serie di accorgimenti protettivi che riducono la rotazione tra bacino e tronco, portando dunque a movimenti angolari nella stessa direzione (coordinazione *in-phase*).
- 3) il gruppo LBP mostra una ridotta variabilità di coordinazione lombo-pelvica sul piano trasverso durante la corsa, rispetto al gruppo di controllo. Questo parametro potrebbe rappresentare un’insufficiente capacità di adattamento alle ipotetiche perturbazioni che arrivano al corpo dall’arto inferiore durante la corsa e conferma l’ipotesi del *guarded gait* nei soggetti con LBP.

In generale, i risultati che emergono dagli studi inclusi ci possono offrire degli spunti di riflessione per la nostra pratica clinica. In particolare, dopo un’accurata valutazione del paziente volta ad individuarne le caratteristiche patologiche, dovremmo provare ad impostare il percorso riabilitativo di questi soggetti attraverso:

- rinforzo della muscolatura del *core* lombo-pelvico, per aumentarne l’efficacia e attenuare così le forze che deve assorbire la colonna lombare durante la corsa [13];

- incremento della mobilità lombo-pelvica, atto a promuovere la dissociazione motoria tra la colonna vertebrale e il bacino così da aumentare la coordinazione e la variabilità coordinativa lombo-pelvica, elemento essenziale anche per la prevenzione degli infortuni. [25][26][27]
- un programma di *running retraining* volto a rendere più efficiente lo schema di corsa dei soggetti con LBP ed evitare che familiarizzino con uno schema “*guarded gait*”.

6. CONCLUSIONI

L'eterogeneità dei parametri indagati negli studi non ci permette di trarre conclusioni esaustive sull'argomento.

Tuttavia, questa revisione ha raccolto dei parametri che in modo statisticamente significativo caratterizzano i runners con low back pain e li differenziano dai runners sani:

- maggiore rigidità nel movimento di flessione di ginocchio
- momento articolare più ampio registrato nella flessione di ginocchio durante l'attività di jogging
- maggiore estensione di ginocchio al momento del contatto con il suolo
- coordinazione più *in-phase* e una ridotta variabilità di coordinazione lombo-pelvica rispetto ai sani

Non sono state riscontrate, invece, differenze significative riguardo la velocità di progressione della corsa tra soggetti con LBP e i gruppi di controllo.

Gli elementi che rendono confrontabili questi studi sono sicuramente i criteri di inclusione e di esclusione più o meno comuni a tutti gli autori che hanno permesso di identificare campioni di popolazioni quantomeno simili per età, livello di attività e caratteristiche cliniche del low back pain.

Ciononostante, sono individuabili altrettanti elementi che impediscono una comparazione diretta:

- *Hart et al. (2008)* hanno indagato i parametri cinematici nell'attività di jogging, un tipo di corsa con velocità ridotta, e quindi i loro risultati non sono trasferibili a tutti i tipi di corsa;
- Il livello di attività elevato dei runners con LBP non permette di generalizzare i risultati degli studi a popolazioni di soggetti con LBP e livelli di attività inferiori;
- Setting e parametri cinematici indagati non comuni a tutti gli studi.

Il limite di questa revisione è la notevole eterogeneità degli studi.

Saranno necessari peraltro ulteriori revisioni nel prossimo futuro che possano includere studi più omogenei e di più alta qualità metodologica.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Allegri M, Montella S, Salici F, Valente A, Marchesini M, Compagnone C, Baciarello M, Manferdini ME, Fanelli G. *Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy*. Version 2. F1000Res. 2016 Jun 28 [revised 2016 Oct 11];5. pii: F1000 Faculty Rev-1530. eCollection 2016.
2. Andrews JR, Herrelson GL, Wilk KE. *Riabilitazione nella traumatologia dello sport*. Verducci Editore, 2000.
3. Carli D, Di Giacomo S, Porcellini G. *Preparazione atletica e riabilitazione. Fondamenti del movimento umano. Scienza e traumatologia dello sport, principi di trattamento riabilitativo*. Edizioni Medico-Scientifiche, 2013.
4. Cerretelli Paolo. *Fisiologia dell'esercizio. Sport, ambiente, età, sesso*. SEU Editore, 2001.
5. Cole AJ, Herring SA, Strattone SA, Narvaez J. *Spine injuries in runners: A functional approach*. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 5 (1995) 317-339.
6. Congcong Cai and Pui W. Kong. *Low back and lower-limb muscle performance in male and female recreational runners with chronic low back pain*. J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Jun;45(6):436-43. Epub 2015 Apr 21.

7. Delgado TL, Kubera-Shelton E, Robb RR, Hickman R, Wallmann HW, Dufek JS. *Effects of Foot Strike on Low Back Posture, Shock Attenuation, and Comfort in Running*. Med Sci Sports Exerc. 2013 Mar;45(3):490-6.

8. Dimitriadis A, Smith F, Mavrogenis AF, Pope MH, Papagelopoulos PJ, Karantanas A, Hadjipavlou A, Katonis P. *Intervertebral Disc Changes after 1 h of Running: a Study on Athletes*. The Journal of International Medical Research 2011; 39: 569 – 579

9. Dimitriadis A, Smith F, Mavrogenis AF, Pope MH, Papagelopoulos PJ, Karantanas A, Hadjipavlou A, Katonis P. *Effect of two sitting postures on lumbar sagittal alignment and intervertebral discs in runners*. Radiol med (2012) 117:654–668.

10. Garbutt G, Boocock MG, Reilly T, Troup JD. *Running speed and spinal shrinkage in runners with and without low back pain*. Med Sci Sports Exerc. 1990 Dec;22(6):769-72.

11. Hamill J, Moses M, Seay J. *Lower extremity joint stiffness in runners with low back pain*. Res Sports Med. 2009;17(4):260-73.

12. Hangai M, Kaneoka K, Hinotsu S, Shimizu K, Okubo Y, Miyakawa S, Mukai N, Sakane M, Ochiai N. *Lumbar Intervertebral Disk Degeneration in Athletes*. Am J Sports Med. 2009 Jan;37(1):149-55. Epub 2008 Sep 17.

13. Hart JM, Kerrigan DC, Fritz JM, Ingersoll CD. *Jogging Kinematics After Lumbar Paraspinal Muscle Fatigue*. *Journal of Athletic Training* 2009;44(5):475–481.
14. Hart JM, D. Kerrigan C, Fritz JM, Saliba EN, Gansneder B, Ingersoll CD. *Jogging gait kinetics following fatiguing lumbar paraspinal exercise*. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009 Dec;19(6): e458-64. Epub 2008 Dec 16.
15. Hoy D, March L, Brooks P, Woolf A, Blyth F, Vos T, Buchbinder R. *Measuring the global burden of low back pain*. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 Apr;24(2):155-65.
16. Kankaanpää M, Taimela S, Laaksonen D, Hänninen O, Airaksinen O. *Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls*. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 1998; 79:412-417.
17. Kasunich NJ. *Changes in low back pain in a long distance runner after stretching the iliotibial band*. *J Chiropr Med*. 2003 Winter;2(1):37-40.
18. Leinonen V, Kankaanpää M, Airaksinen O, Hänninen O. *Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: Effects of low back pain and rehabilitation*. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 2000; 81:32-37.
19. Levine D, Colston MA, Whittle MW, Pharo EC, Marcellin-Little DJ. *Sagittal Lumbar Spine Position During Standing, Walking, and Running at Various Gradients*. *Journal of Athletic Training* 2007;42(1):29–34.

20. Linee Guida – Consiglio Regionale Sanitario, Regione Toscana. *Mal di schiena: Linee guida diagnostico terapeutiche e raccomandazioni per la costruzione di percorsi assistenziali*. Aggiornamento 2015.

21. Martinelli Elena. *Prevenzione del mal di schiena di origine meccanica con attività motoria e comportamentale. Approfondimenti di patomeccanica e biomeccanica rachidea*. Firenze University Press, 2014.

22. Müller R, Ertelt T, Blickhan R. *Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running*.
J Biomech. 2015 Apr 13;48(6):1009-14. Epub 2015 Feb 7.

23. Nadler SF, Moley P, Malanga GA, Rubbani M, Prybicien M, Feinberg JH. *Functional Deficits in Athletes With a History of Low Back Pain: A Pilot Study*. Arch Phys Med Rehabil. 2002 Dec;83(12):1753-8.

24. Ribaud A, Tavares I, Viollet E, Julia M, He´risson C, Dupeyron A. *Which physical activities and sports can be recommended to chronic low back pain patients after rehabilitation?* Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 56 (2013) 576–594.

25. Seay JF, Van Emmerik REA, Hamill J. *Low back pain status affects pelvis-trunk coordination and variability during walking and running*. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2011 Jul;26(6):572-8. Epub 2011 May 4.

26. 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 Jul 15;36(16): E1070-9.
27. Seay JF, Van Emmerik REA, Hamill J. *Trunk bend and twist coordination is affected by low back pain status during running*. Eur J Sport Sci. 2014;14(6):563-8. Epub 2013 Dec 7.
28. Thein-Nissenbaum JM, Thompson EF, Chumanov ES, Heiderscheid B. *Low Back and Hip Pain in a Postpartum Runner: Applying Ultrasound Imaging and Running Analysis*. J Orthop Sports Phys Ther. 2012 Jul;42(7):615-24. Epub 2012 Mar 23.
29. Van der Worp MP, Ten Haaf DSM, Van Cingel R, De Wijer A, Nijhuis-van der Sanden MWG, Staal JB (2015) Injuries in Runners; A Systematic Review on Risk Factors and Sex Differences. PLoS ONE 10(2): e0114937.
30. Veneziani S, Doria C, Falciati L, Castelli CC, Fanò Illic G. *Return to competition in a chronic low back pain runner: beyond a therapeutic exercise approach, a case report*. Eur J Trans Myol - Basic Appl Myol 2014; 24 (3): 203-207.
31. Wontae Gong. *The effects of running in place in a limited area with abdominal drawing-in maneuvers on abdominal muscle thickness in chronic low back pain patients*. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 29 (2016) 757–762