



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. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

L'allenamento della forza nel Chronic Low Back Pain: una revisione della letteratura

Candidata:

Dott.ssa FT Giuliana Silvestro

Relatore:

Dott. FT, OMT Alessandro Priolisi

INDICE

ABSTRACT	2
1. INTRODUZIONE	3
1.1 Low Back Pain: definizione, classificazione ed epidemiologia	3
1.2 Fisiologia del dolore cronico	3
1.3 Chronic Low Back Pain: evidenze sulla cronicizzazione	4
1.4 Strategie riabilitative: Resistance Training	5
1.5 Definizione e parametri dell'allenamento della forza	5
1.6 Esercizio con dolore: l'importanza dell'educazione	6
1.7 Chronic Low Back Pain e Resistance training: obiettivo del lavoro	7
2. MATERIALI E METODI	9
2.1 Strategie di ricerca	9
2.2 Criteri di inclusione	10
2.3 Selezione degli studi e valutazione della qualità metodologica	10
3. RISULTATI	12
3.1 Selezione degli studi	12
3.2 Caratteristiche degli studi	13
3.3 Risk of Bias degli articoli	20
3.4 Sintesi dei risultati	22
3.4.1 Allenamento della forza e dolore	24
3.4.2 Allenamento della forza e disabilità	24
3.4.3 Allenamento della forza e kinesiophobia	25
4. DISCUSSIONE	29
4.1 Limiti della revisione	32
5. CONCLUSIONE	34
BIBLIOGRAFIA	35

ABSTRACT

INTRODUZIONE: Il Low Back Pain cronico (CLBP) è uno dei più comuni disordini muscoloscheletrici. La disabilità associata a CLBP risulta maggiormente dal dolore e dalla paura di avere dolore che si instaura generando una kinesiofobia in chi ne soffre. Questi fattori influiscono negativamente sulla qualità della vita (QoL). Dalla letteratura emerge che l'approccio riabilitativo più efficace debba essere multimodale e che una componente fondamentale sia l'esercizio terapeutico. Sono state indagate più forme di esercizio terapeutico, tra cui l'allenamento della forza. L'obiettivo di questa revisione è quello di valutare l'efficacia dell'allenamento della forza nella riduzione del dolore, della disabilità e della kinesiofobia in pazienti affetti da CLBP.

MATERIALI E METODI: La ricerca è stata eseguita sui database MEDLINE (Pubmed), Cochrane Library e PEDro utilizzando stringhe di ricerca elaborate sulla base del modello PICO. Gli articoli sono stati selezionati tra un totale di 375 risultati emersi dalla ricerca, secondo i criteri di inclusione e leggendo titolo, abstract e full text. Gli studi inclusi alla fine del processo sono stati 11. È stato valutato il Risk of Bias utilizzando il Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias, mentre le evidenze per gli outcome dolore, disabilità e kinesiofobia sono state giudicate attraverso la GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations).

RISULTATI: dagli studi inclusi l'allenamento della forza sembra essere efficace nel trattamento del CLBP alla pari di altre forme di esercizio terapeutico. Inoltre per gli outcome dolore e disabilità, in rispettivamente 4 e 6 studi questo sembra essere superiore rispetto ad altre forme di trattamento. Nell'interpretazione dei risultati, è da considerare che l'analisi qualitativa dei singoli studi mostra un alto rischio di bias in molti domini e la qualità delle evidenze è stata valutata complessivamente come bassa. Negli articoli inclusi l'allenamento della forza è applicato in diverse forme, a diversi tipi di campione di popolazione e con tempi di trattamento e follow-up diversi. Si nota anche un mancato approfondimento dei meccanismi di elaborazione del dolore e dell'intervento educativo, che potenzialmente influiscono sul CLBP e sul suo trattamento.

CONCLUSIONI: si può concludere che c'è evidenza di qualità complessivamente bassa per cui l'allenamento della forza sia efficace nella riduzione del dolore, della disabilità e della kinesiofobia. Non è possibile invece trarre conclusioni concrete circa la potenziale superiorità dell'allenamento della forza rispetto ad altre forme di allenamento come intervento riabilitativo in pazienti con CLBP.

1. INTRODUZIONE

1.1 Low Back Pain: definizione, classificazione ed epidemiologia

Con il termine Low Back Pain (LBP) si indica un dolore e/o limitazione compreso tra il margine inferiore dell'arcata costale e le pieghe glutee inferiori con eventuale irradiazione posteriore alla coscia ma non oltre il ginocchio che può causare l'impossibilità di svolgere la normale attività quotidiana, con possibile assenza dal lavoro. Il dolore lombare si può classificare come non-specifico o specifico quando la sua origine è correlata o meno a una patologia sottostante. Si può classificare anche per durata dei sintomi in acuto (se dura meno di 4 settimane), subacuto (se dura tra le 4 e le 12 settimane) e cronico (se dura più di 12 settimane).(1) È stato stimato che circa l'80% della popolazione ha almeno un episodio di LBP durante la vita ed è la prima causa di disabilità negli adulti con età inferiore a 45 anni senza distinzione tra sesso femminile e maschile. Con un picco di prevalenza tra i 30 e i 50 anni, colpisce circa il 50% degli adulti in età lavorativa, di cui circa il 20% ricorre a cure sanitarie. Anche se è stato affermato che la lombalgia si risolve in circa l'80-90% dei pazienti entro sei settimane dall'esordio, indipendentemente dalla somministrazione o dal tipo di trattamento, la condizione tende a recidivare e la maggior parte dei pazienti sperimenta più episodi dopo quello iniziale.(1,2)

1.2 Fisiologia del dolore cronico

I tradizionali modelli interpretativi del dolore, che descrivono la patologia di un tessuto come un input nocicettivo correlato direttamente all'espressione del dolore sono insufficienti per inquadrare e trattare il dolore muscolo-scheletrico. Ad oggi, prevale il modello bio-psico-sociale, in cui si tiene conto di meccanismi di modulazione ascendente (bottom-up) e discendente (top-down) a sostegno dell'esperienza dolorosa. Intervengono nella modulazione bottom-up i meccanismi di sensibilizzazione periferica e centrale.(3) La sensibilizzazione periferica è legata all'infiammazione tissutale e a una conseguente infiammazione neurogenica. La sensibilizzazione centrale (SC) è un fenomeno adattativo neurofisiologico conseguente all'attivazione nocicettiva ripetuta con la quale il sistema nervoso si adatta per proteggere l'area lesa, spesso amplificando la sensazione dolorosa. In una fase acuta la SC è fisiologica e protettiva, se permane dopo risoluzione dell'infiammazione tissutale è maladattativa. Sono fenomeni comuni ai due meccanismi l'iperalgesia (stimolo doloroso/fastidioso genera risposta più dolorosa del solito), l'allodinia (stimolo non doloroso genera dolore) e la sommazione temporale (progressivo aumento della percezione del dolore nella risposta a ripetuti stimoli della stessa intensità). Gli elementi che intervengono nella modulazione top-down

sono il DNIC (diffuse noxious inhibitory controls), che agisce con l'attivazione di meccanismi inibitori attraverso il rilascio di oppioidi endogeni, i fattori legati alla sfera emotiva, il contesto, i fattori psicosociali, le esperienze passate, le aspettative.(4–6) Ad esempio, ha un ruolo la possibile presenza di Fear of Movement-Related pain e Contextual-Related Anxiety, dunque il dolore associato alla paura del movimento e l'ansia correlata al contesto. I meccanismi attraverso i quali si pensa che la paura legata al dolore influenzino la sensibilizzazione centrale sono: 1) aumentare la trasmissione nocicettiva attraverso il meccanismo della porta spinale; 2) tramite modulazione delle vie discendenti e 3) sommazione temporale, in cui la magnitudo crescente dell'attivazione dei neuroni del corno dorsale spinale aumenta quindi la sensibilità alla glutammina producendo una risposta al dolore sproporzionata allo stimolo sperimentato. L'aspettativa, il contesto, la valenza che si dà ad uno stimolo o ad una situazione, ma anche le esperienze passate (apprendimento), influenzano il dolore dei pazienti, ma anche la nocicezione stessa. Sembra che anche il sistema immunitario giochi un ruolo importante nel sostegno del dolore persistente, incluso lo sviluppo di iperalgesia a lungo termine e allodinia. Un processo attraverso il quale il sistema immunitario può influenzare l'iperalgesia e l'allodinia è attraverso alterazioni delle cellule gliali da una normale funzione immunitaria ad essere in grado di agire sui neuroni del corno dorsale (nel midollo spinale) come nocicettore.(6)

1.3 Chronic Low Back Pain: evidenze sulla cronicizzazione

Sono stati studiati i fattori di modulazione ascendente e discendente a sostegno della cronicizzazione del Low Back Pain. Nello studio della modulazione bottom-up, sono state ricercate alterazioni strutturali a sostegno di una possibile patologia tissutale, come alterazioni degenerative del rachide o alterazioni muscolari. La letteratura ad oggi riporta che non ci sia correlazione tra mal di schiena e alterazioni degenerative della colonna vertebrale, che risultano essere del tutto fisiologiche con l'avanzare dell'età. Sembrano esserci invece prove limitate sulla correlazione tra presenza di CLBP e alterazioni strutturali a carico dei muscoli. In particolare, sembra che la sezione trasversale del muscolo (o cross-sectional area, CSA) e l'infiltrazione di tessuto adiposo (fat infiltration, FI) dei muscoli paravertebrali e multifido siano predittivi rispettivamente per la risoluzione di LBP e per la performance fisica.(7,8)

Sembrano pesare maggiormente, nei meccanismi a sostegno del CLBP, i fattori della modulazione top-down. Dalla letteratura emerge una forte e studiata correlazione tra CLBP e i fattori psico-sociali (Yellow Flags, YF), la variabilità della soglia e della tolleranza del dolore. Esistono evidenze moderate che i pazienti con CLBP presentano modificazioni strutturali e funzionali di aree corticali e sottocorticali *pain-related*. A livello strutturale è stato dimostrato che i pazienti con CLBP possono

presentare in alcuni casi un aumento o riduzione della sostanza grigia in alcune regioni del cervello, tra cui la corteccia prefrontale (PFC), i lobi temporali, l'insula e la corteccia somato-sensoriale. A livello funzionale, la connettività neuronale nei pazienti con CLBP si è visto essere alterata con una maggiore attivazione di PFC, corteccia cingolata, amigdala e insula.(5)

I fattori psicosociali sembrano sia concorrere nel mantenimento del dolore fino alla cronicizzazione, sia essere predittivi nei confronti della guarigione. Le YF più studiate sono quelle che riguardano il comportamento nei confronti della malattia, il comportamento di paura del dolore durante un normale movimento e conseguente evitamento (kinesiofobia), la catastrofizzazione, l'ansia, sintomi depressivi. Possono essere correlati anche alle attività lavorative, nei casi in cui il paziente con CLBP abbia pressioni lavorative, pratici una mansione che ritiene provocativa del suo dolore o non ne sia soddisfatto (Blue Flags, BF). La presenza di una o più YF/BF è correlata a una prognosi più sfavorevole.(2,9)

1.4 Strategie riabilitative: Resistance Training

È ormai dimostrato dalla letteratura che uno degli strumenti riabilitativi con più efficacia nel trattamento di pazienti con CLBP è l'esercizio terapeutico. Numerose forme di attività fisica sono state prescritte, come l'esercizio di stabilizzazione, pilates, yoga, ricondizionamento muscolare, esercizio aerobico o stretching. Una delle sue forme è l'allenamento di resistenza. La base di questo allenamento è di sovraccaricare progressivamente lo specifico gruppo muscolare per miglioramento della forza muscolare, della resistenza, dell'ipertrofia e così via.(10–12)

1.5 Definizione e parametri dell'allenamento della forza

Il resistance training (allenamento contro resistenza) è la categoria di allenamento anaerobico in cui i muscoli esercitano la loro forza contro una resistenza. Viene detto anche allenamento della forza perché permette di sviluppare i diversi tipi di forza muscolare: quella massimale, quella rapida e quella resistente. Comunemente però, quando si parla di allenamento della forza ci si riferisce allo sviluppo della forza massimale. La forza massimale rappresenta la massima forza possibile che il sistema neuromuscolare ha la possibilità di esprimere, in una massima contrazione *volontaria*. La forza massimale è determinata da tre fattori: sezione trasversale delle fibre, coordinazione intramuscolare e coordinazione intermuscolare. Il *resistance training* ingloba in sé tutta una serie di attività fisiche con sovraccarichi, dal sollevamento pesi all'uso di macchine isotoniche, bande elastiche o esercizi a corpo libero che sfruttano come carico il proprio peso corporeo.

Nell'allenamento della forza massimale viene ricercato lo sviluppo della forza e potenza, viene eseguito in generale con esercizi multiarticolari con bilancieri o in generale con esercizi a catena cinetica chiusa, e con movimenti rapidi ed esplosivi. Questo metodo di allenamento, per essere impostato sullo sviluppo di forza massimale e potenza, si basa sulla regolazione di alcuni parametri. Questi sono: il carico, l'intensità, il numero di ripetizioni e serie, il tempo di recupero, la velocità di esecuzione. I carichi previsti, per l'allenamento della forza massimale, vanno dall'80% di 1RM fino al 100% di 1RM, con poche ripetizioni (da 1 a 6) e tempi di recupero più lunghi (fino a 3-5 minuti).(13)

Un metodo per variare in modo sistematico parametri e variabili dell'allenamento è la periodizzazione dell'allenamento. La *periodizzazione* è ampiamente usata nella progettazione di un allenamento coi

Carico	Intensità
90-100%	Massimale
80-90%	Submassimale
70-80%	Medio
60-70%	Leggero
50-60%	Basso

pesi per evitare lo stallo nella progressione dei miglioramenti, l'eccesso di *stress*, il sovrallenamento e il rischio di infortuni, massimizzando i guadagni delle prestazioni e degli adattamenti e consentendo il recupero fisico.

Tabella 1 Relazione carico-intensità

Nelle persone sane, diverse modalità di programmi High Intensity Training (HIT) hanno mostrato chiaramente una maggior capacità di esercizio, di aumento di forza muscolare e parametri correlati allo stato di salute generale, rispetto ad altri programmi di allenamento a intensità moderata. Similmente, HIT ha migliorato sostanzialmente questi parametri in disordini cronici come la spondiloartrite assiale e problematiche cardio-metaboliche, e ha inoltre ridotto il livello di disabilità causato da questi disordini. (13–15)

1.6 Esercizio con dolore: l'importanza dell'educazione

La necessità di evitare o alleviare il dolore il più possibile è stata messa in discussione, con un cambio di paradigma dai tradizionali modelli biomedici di dolore verso un modello bio-psico-sociale di dolore, che è particolarmente rilevante nel contesto dello svolgimento dell'esercizio terapeutico. I protocolli che consentono esercizi dolorosi hanno offerto un piccolo, ma statisticamente significativo, beneficio su esercizi senza dolore a breve termine. A questi protocolli si affianca sempre un programma di continua educazione del paziente sulla fisiologia del dolore e quindi su ciò che davvero accade quando sperimenta dolore durante un movimento o un esercizio. Molti pazienti associano il

dolore a un danno strutturale e hanno paura di arrecare ulteriore danno, in questo caso alla loro schiena, nel momento in cui intraprendono un'attività o un esercizio doloroso.(9)

Gli esercizi dolorosi hanno il potenziale per aiutare a ri-concettualizzare la paura legata al dolore, per far ciò è necessario educare il paziente a pensare in modo diverso al dolore e al danno tissutale, di associare l'esperienza dolorosa a un decondizionamento e non a una lesione, in modo che l'esercizio offra un'opportunità di reintrodurre movimento precedentemente percepito come una minaccia. Consentendo esercizi dolorosi, con adeguati "spunti di sicurezza" dati dal terapeuta perché il paziente senta di avere il controllo sul suo dolore, si possono creare nuove associazioni inibitorie; queste nuove associazioni inibitorie possono teoricamente competere con la risposta condizionata maladattativa originale, in modo che venga soppressa.

La costruzione gerarchica di esercizi dolorosi, da basso ad alto carico, potrebbero migliorare le aspettative di risposta-risultato, dove il paziente inizia ad aspettarsi di poter tollerare esercizi più difficili, senza innescare la precedente esperienza di dolore e riacutizzazioni. Anche con l'allenamento ad alti carichi l'educazione deve essere continua, essendo l'aumento di carico facilmente percepibile come una minaccia. Potrà capitare che, durante l'esercizio, il dolore superi la soglia massima concordata (solitamente 3-4/10 sulla scala NRPS), o che il dolore aumenti in maniera eccessiva nelle ore seguenti la seduta. In questo caso sarà importantissimo spiegare al paziente il concetto di flare-up e sfruttare l'occasione per introdurre i concetti di sensibilità del sistema di controllo e del rapporto tra carico e capacità di carico in un sistema decondizionato e sensibilizzato. L'esercizio rappresenta in questo caso uno strumento che il paziente può modulare a suo piacimento per controllare la sintomatologia, variandone i parametri. (6,10)

1.7 Chronic Low Back Pain e Resistance training: obiettivo del lavoro

Nel trattamento riabilitativo multimodale del paziente con CLBP, l'esercizio terapeutico ha assunto un'importanza fondamentale negli ultimi anni. Numerose meta-analisi hanno dimostrato l'inefficacia di terapie passive nel trattamento di pazienti con CLBP, che siano esse strumentali o manuali; in assenza dell'esercizio. Al contrario, l'esercizio terapeutico è stato dimostrato essere efficace nella riduzione del dolore rispetto a trattamenti non basati su di esso(11,12).

L'esercizio terapeutico comprende però una quantità molto eterogenea di interventi, che differiscono per tipologia, intensità, frequenza, durata e setting. La revisione di Hayden et al., 2005 ha concluso che due interventi che prevalgono sugli altri per efficacia sono lo stretching e l'allenamento della forza. (11)

L'identificazione di esercizi più efficaci e la migliore intensità, frequenza e durata dell'esercizio da utilizzare in pazienti con lombalgia persistente rimangono però contraddittorie in letteratura. Anche se alcuni protocolli di esercizio di forza ad alta intensità o ad alto carico hanno prodotto effetti positivi sulla forza muscolare, sulla qualità della vita e sull'intensità del dolore nelle persone con CLBP, le evidenze sono scarse e descrizioni vaghe dei protocolli di allenamento complicano la comprensione di quali parametri dell'allenamento ottimizzino l'efficacia. La possibilità di successo di questa strategia risulta quindi variabile. Inoltre ad oggi si conosce l'effetto dell'allenamento della forza su dolore e forza della muscolatura del tronco, mentre sono meno indagati gli effetti sulla disabilità e la kinesiophobia correlati a CLBP.

L'obiettivo di questo lavoro è quindi di individuare quella che secondo la letteratura è la più efficace applicazione del resistance training, anche in termini di posologia, in relazione agli outcomes di dolore, disabilità e kinesiophobia.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Strategie di ricerca

La ricerca è iniziata a Giugno 2019, è terminata a Febbraio 2020 ed è stata condotta sulle banche dati di MEDLINE (Pubmed), PEDro e Cochrane Library.

Tramite Medline sono stati reperiti 171 articoli, utilizzando la seguente stringa di ricerca:

((((((((((((((("low back pain"[MeSH Terms]) OR "low back pain, mechanical"[MeSH Terms]) OR "low back pain, recurrent"[MeSH Terms]) OR "low back pain, postural"[MeSH Terms]) OR "low back pain") OR "chronic low back pain") OR "nonspecific low back pain") OR "aspecific low back pain") OR "low back pain, mechanical") OR "low back pain, recurrent") OR "low back pain, postural") OR "low back pain, persistent") OR "low back pain, chronic")) AND (((((((((((("resistance training"[MeSH Terms]) OR "exercise program, weight bearing"[MeSH Terms]) OR "exercise program, weight lifting"[MeSH Terms]) OR "strength training"[MeSH Terms]) OR "weight bearing strengthening program"[MeSH Terms]) OR "weight lifting exercise program"[MeSH Terms]) OR "resistance training") OR "exercise program, weight bearing") OR "exercise program, weight lifting") OR "strength training") OR "weight bearing strengthening program") OR "weight lifting strengthening program") OR "high load exercise program")) AND (((((((((((("assessment, outcome health care"[MeSH Terms]) OR pain) OR disability) OR kinesophobia) OR "catastrophizing, pain"[MeSH Terms]) OR catastrophization[MeSH Terms]) OR catastrophizing[MeSH Terms]) OR "chronic pain"[MeSH Terms]) OR "chronic pain") OR "disability evaluation"[MeSH Terms]))

La stringa di ricerca è stata formulata seguendo il modello PICO

Population → soggetti adulti con low back pain di tipo cronico

Intervention → allenamento della forza

Comparison → /

Outcome → dolore, disabilità e kinesiofobia

Tramite PEDro invece, è stata lanciata una prima ricerca semplice con i termini "chronic low back pain, strength training". Vista l'importante quantità di risultati, sono stati inseriti in una ricerca avanzata dalla quale sono emersi 36 articoli

Title and abstract: chronic low back pain, strength training

Therapy: strength training

Body part: lumbar spine, sacro iliac joint or pelvis

Subdiscipline: muskuloskeletal

Topic: chronic pain

When searching: Match all search terms (AND)

Infine, su Cochrane Library è stata impostata una ricerca di tipo Search manager, con la quale sono stati trovati 174 articoli. La stringa utilizzata è stata la seguente:

[Low back pain] OR Chronic Low back pain OR Nonspecific Low Back Pain OR Persistent Low Back OR Mechanical Low Back Pain AND [Resistance training] OR Strength training OR Weight bearing strengthening program OR Weight lifting strengthening program OR high intensity training OR high load training OR deadlift AND [Outcome Assessment (Health Care)] OR Pain Or Disability OR kinesiophobia

Dove [Low Back Pain], [Resistance training] e [Outcome Assessment (Health Care)] sono Mesh Terms e gli altri Simple Terms.

2.2 Criteri di inclusione

I criteri di inclusione sono stati:

- Studi di cui fosse disponibile il full text
- Studi in lingua inglese o italiana
- Studi su popolazione con CLBP non riconducibile a traumi, radicolopatie o altre cause sistemiche, non post-chirurgici
- Studi che indagassero come outcomes il dolore, la disabilità e/o la kinesiofobia
- Studi che indagassero l'allenamento della forza come strumento terapeutico

Non sono stati posti limiti temporali.

2.3 Selezione degli studi e valutazione della qualità metodologica

I papers sono stati valutati per verificare che rispettassero i criteri di inclusione concordati per questa ricerca. Inizialmente sono stati scartati gli studi che, da titolo e/o abstract, non fossero inerenti allo scopo della ricerca e, successivamente, si è proceduto con la lettura dei full text degli articoli potenzialmente rilevanti. Per la critical appraisal degli studi inclusi nel lavoro è stata applicata la GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations), utilizzata per

classificare la qualità delle evidenze sugli outcome indagati. I domini della GRADE da valutare per classificare le evidenze sono 5: Risk of Bias (RoB), Imprecision, Inconsistency, Indirectness e Publication Bias. La valutazione finale può essere High, Moderate, Low o Very low. Con High si intendono RCT che non presentano i domini citati. È possibile poi ribassare il giudizio di uno, due o tre livelli in base alla valutazione dei RoB, dell'imprecisione, inconsistenza dei risultati o del rischio di publication bias. Per quanto riguarda il fattore RoB, il giudizio delle evidenze è stato arbitrariamente ribassato di un livello quando erano presenti almeno due rischi High o Unclear, e di due livelli quando ne erano presenti più di due. Per valutare il Risk of Bias degli studi inclusi nel lavoro, è stato utilizzato il Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias.

3.RISULTATI

3.1 Selezione degli studi

Le stringhe individuate per le diverse banche dati hanno prodotto un totale di 375 articoli, di cui 171 prodotti su Pubmed, 174 su Cochrane Library e 36 su PeDRO. Sono stati esclusi i duplicati comuni ai tre database, arrivando così ad ottenere 243 articoli. Si è proceduto poi con la lettura di titolo e/o abstract che ha portato all'esclusione di 220 articoli per non conformità ai criteri di inclusione. Dei 23 articoli rimasti, 3 non presentavano il full text disponibile, 1 non era in lingua inglese o italiana, 8 alla lettura dei full-text non erano pertinenti per diversità di outcomes, popolazione, tipo di intervento. I rimanenti 11 articoli, dopo lettura del full-text, sono stati selezionati per l'analisi qualitativa.

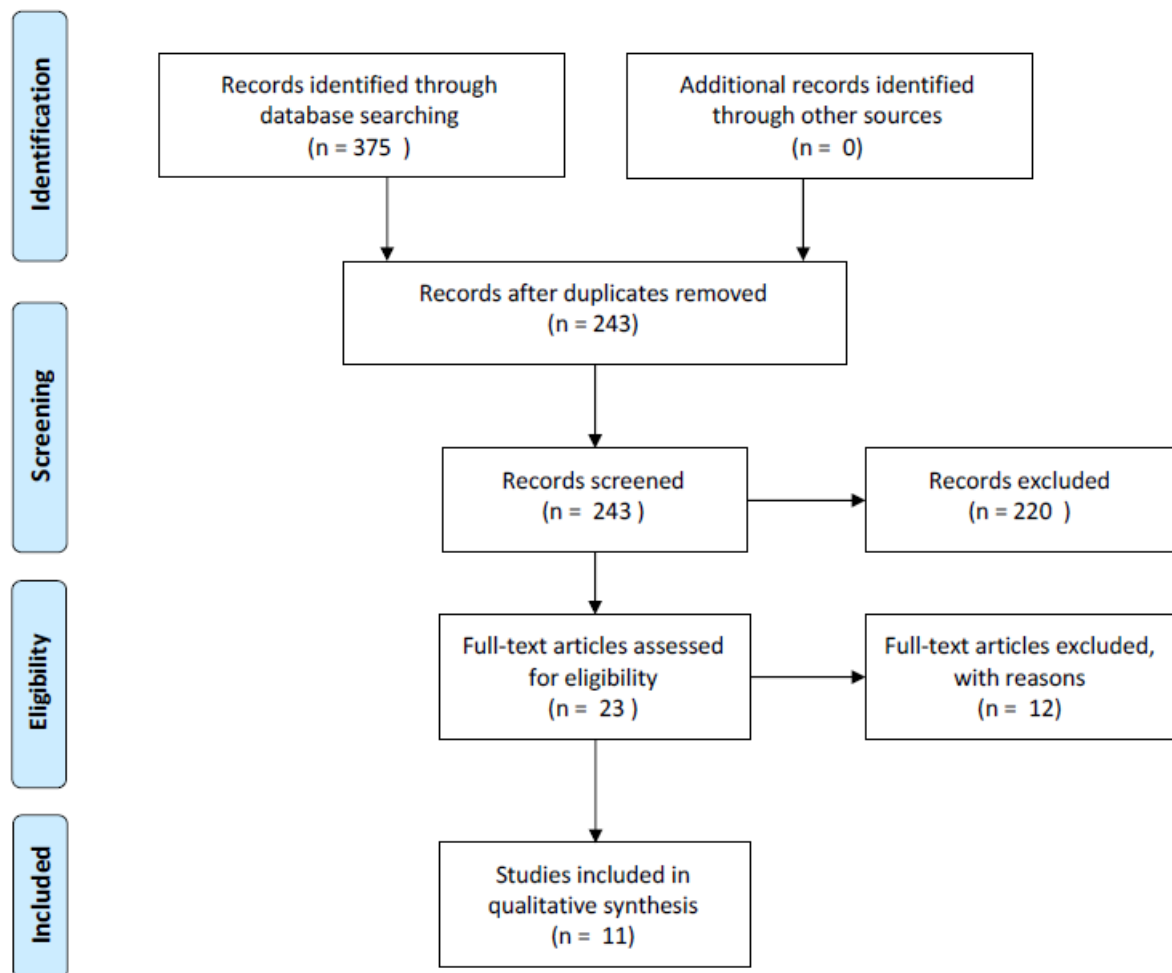


Figura 1 Flow Chart della selezione degli studi, PRISMA 2009

3.2 Caratteristiche degli studi

Degli articoli inclusi nel lavoro, 10 sono RCT e uno NRCT. I soggetti inclusi negli studi hanno un'età che va complessivamente dai 18 anni ai 65; ad eccezione dello studio di Vincent et al. 2014 che include solo partecipanti dai 60 agli 85 anni. La diagnosi in tutti gli studi era di “Chronic Low Back Pain” o anche di “Persistent Low Back Pain” o di “Recurrent Low Back Pain” (Aasa et al. 2015, Michaelson et al. 2016). A questi ultimi due termini però gli autori hanno attribuito la stessa definizione di CLBP (dolore lombare presente da più di 12 settimane senza remissioni). In uno studio, la popolazione selezionata era obesa (Vincent et al. 2014), in un altro invece la popolazione studiata era moderatamente allenata e praticava hockey sul ghiaccio a livello amatoriale (Jackson et al. 2011). Gli studi restanti invece sono stati eseguiti su popolazioni che non eseguivano attività fisica regolarmente. Tre lavori specificavano il meccanismo di elaborazione del dolore a sostegno del CLBP della popolazione in esame (Aasa et al. 2015, Verbrugghe 2019, Michaelson et al. 2016), i restanti non lo hanno indicato. Tre studi hanno specificato di aver associato un intervento educativo sui meccanismi del dolore e sull'esercizio con dolore all'allenamento della forza (Aasa 2015, Michaelson 2016, Iversen 2018); uno studio ha indicato di aver combinato all'esercizio un intervento educativo sull'attività fisica e l'alimentazione (Vincent 2014); gli altri studi non hanno specificato se i soggetti sono stati educati sui meccanismi del dolore. Una tabella riassuntiva con le principali caratteristiche degli studi è riportata di seguito.

Tabella 2 Estrapolazione caratteristiche degli studi

Autori, anno	Descrizione disegno di studio	Descrizione Campione	Descrizione Interventi	Durata intervento	Follow-up
Helmhout et al. 2004	observer-blinded randomized clinical trial. Sample size: no	N=81 Range età 22-55 HIT=41 (Mean age e SD 41, 10) LIT=40 (mean age e SD 41,10) partecipanti, civili e militari della RNLA sesso maschile con CLBP	HIT: allenamento contro resistenza progressivo 15-20 ripetizioni (settimane 1–2) poi 10-15 (sett. 3–12) alla lower back machine, approx. 50%- 70% della forza massimale LIT: protocollo di esercizi non progressivo	12 Settimane	1,2,3,6 e 9 mesi

Harts et al. 2008	Randomised, three-arm trial with concealed allocation, assessor blinding, and intention-to- treat-analysis. Sample size= sì (disabilità)	N=65 Range età 18-54) HIT=23 LIT=21 WL=21 partecipanti civili e militari della RNLA, sesso maschile con CLBP	HIT: allenamento contro resistenza progressivo 15-20 ripetizioni (settimane 1-2) poi 10-15 (sett. 3-8) alla lower back machine, approx. 50%- 70% della forza massimale LIT: protocollo di esercizi non progressivo WLG: non ha ricevuto trattamento le prime 8 sett. poi randomizzati a loro volta in HIT e LIT	8 Settimane	8, 24 settimane
Aasa et al. 2015	Randomized control trial with concealed allocation and assessor blinding. Sample size: sì (VAS)	70 partecipanti con CLBP con meccanismo nocicettivo. Età 25-60 aa, media 42.1aa HLL=35 LMC=35	High load lifting training (HLL) vs Low Load Motor Control (LMC) + educazione sul dolore in entrambi, (2 v/sett. le prime 4 settimane, 1v/sett le successive) HLL: descritto con esercizio Deadlift come rappresentativo del programma LMC: esercizi di controllo motorio somministrati in tre fasi, cognitiva, associativa e funzionale	8 Settimane	12 mesi

Iversen et al. 2018	Randomized control trial with assessor blinding. Sample Size: sì (disabilità)	74 partecipanti con CLBP, età media 45 anni, 57% donne	3 settimane supervisionate in clinica e le rimanenti con programma da eseguire a domicilio. Resistance training con bande elastiche (ERB) vs Esercizio terapeutico generico ERB-group: 3 sedute di ERB a settimana per le tre settimane del periodo di MDR (supervisionati nelle settimane 1 e 3)+ERB a domicilio 3v/sett in 9 settimane dopo il programma MDR (12 settimane in totale). Esercizi: squats, stiff-legged deadlifts, flies, unilateral rows, reversed flies, unilateral shoulder abduction, and lateral pulldown. (con Theraband® Elastic resistance bands)	12 Settimane	Assente
Michaelson et al. 2016	Randomized control trial with concealed allocation and assessor blinding. Sample size: sì (VAS)	70 partecipanti con CLBP con meccanismo nocicettivo. Età 25-60 aa, media 42.1aa	High load lifting training (HLL) vs Low Load Motor Control (LMC)+ educazione sul dolore in entrambi(2 v/sett. le prime 4 settimane, 1v/sett le successive) HLL: descritto con esercizio Deadlift come rappresentativo del programma LMC: esercizi di controllo motorio somministrati in tre fasi, cognitiva, associativa e funzionale	8 Settimane	2,12 e 24 mesi

Kell et al. 2009	Randomized control trial, randomizzazione in tre gruppi Resistance training (RT), Aerobic training (AT) e Control (C). Sample Size: No	27 soggetti con CLBP Range età 35-70aa	RT: esercizi total body con pesi liberi (es. manubri e bilancieri), macchinari e a peso corporeo. Tipi di esercizi: leg press, bench press, incline bench press. è stato usato un programma di allenamento periodizzato tradizionale: 3v/sett, range intensità 53–72% 1RM, 1–3 min di riposo tra ripetizioni ed esercizi (12–15RM = 1 minute of rest on all exercises; 10RM = 3 minutes of rest on primary exercises). AT: qualsiasi attività aerobica gradita dal soggetto come l'uso della macchina ellittica o treadmill; escluso il nuoto. C group= richiesto loro di mantenere loro livello di attività fisica	16 Settimane	Assente
Kell et al. 2011	Randomized control trial. Sample Size: sì (outcome non specificato)	240 soggetti con CLBP, con stile di vita prevalentemente sedentario, range età 18-50 aa	3 interventi di Resistance training periodizzato per frequenza settimanale: 4Days/week, 3Days/week e 2Days/week+ Control group (liberi di scegliere altre forme di trattamento ad esclusione dell'esercizio) Prime due settimane di familiarizzazione con il programma, per tutti i tre gruppi; poi allenamento con	12 Settimane	Assente

			esercizi a corpo libero, con macchinari o body weight con sovraccarico progressivo.		
Jackson et al. 2011	Randomized control trial, randomizzazione basata sull'età (Middle-age exercise ME, Older-age exercise OE e C group mixed ages). Sample Size: sì (outcome non specificato)	45 persone con CLBP moderatamente allenati (giocatori amatoriali di hockey sul ghiaccio) età > 45aa	ME e OE hanno eseguito periodized resistance training (PRT), C group hanno continuato la loro attività fisica ricreativa. Periodizzazione: 4v/sett, split-routine design, allenando parte superiore del corpo, parte inferiore e core in giorni diversi, 3-6 sets per esercizio	12 Settimane	Assente
Verbrugghe et al. 2018	Non-Randomized control trial	20 persone con CLBP con età > 18aa	(2/w, 1.5 h per session) 2 gruppi da 10: Control (CON) e High intensity training (HIT) CON: allenamento cardiovascolare (ciclismo, cross-training e/o treadmill walking, 60–65% HRmax, 50 min) ed esercizi di controllo motorio a basso carico HIT: interval cardio training su cicloergometro e high load whole body resistance training, uso di macchinari per esercizi (chest press,	6 settimane	Assente

			leg press...) carico per esercizio calcolato su 80% di 1RM		
Verbrugghe et al. 2019	Randomized control trial with concealed allocation. Sample size: sì (disabilità)	38 partecipanti con CLBP età 25-60aa	HIT: Interval training aerobico ad alta intensità+ allenamento della forza total body 3 esercizi per parte superiore, 3 per arti inferiori, 6 esercizi per core (80%di 1RM con progressione carico 5%) MIT: allenamento cardiorespiratorio continuo, allenamento della forza come HIT ma a 60% di 1RM (24 sessioni, 1,5 ore /sessione, 2v/sett).	12 Settimane	Assente

Vincent et al. 2014	Randomized control trial. Sample size: sì (Pain during activity)	49 soggetti con CLBP, obesi, range di età 60-85	TOTRX: programma di esercizi total body, carico a 60% di 1RM con progressivo aumento;+ intervento educativo LEXT: allenamento solo dei muscoli estensori lombari, carico 60% 1RM con aumento progressivo; + intervento educativo CON: solo educazione su attività fisica e dieta	4 Mesi	Assente
---------------------	--	---	--	--------	---------

Legenda

VAS= Visual Analogical Scale; NPRS= Numerical Pain Rating Scale, RMDQ= Roland Morris Disability Questionnaire; ODI= Oswestry Disability Index, TSK=Tampa Scale of Kinesiophobia; FABQ= Fear Avoidance Beliefs Questionnaire

LMC= Low Load Motor Control; HLL= High Load Lifting; MIT= Moderate Intensity Training, HIT= High Intensity Training; ERB= Elastic Resistance Band; LIT= Low Intensity Training; RT= Resistance Training, LEXT=Lumbar Extensor Exercise intervention

TOTRX=Total body Resistance exercise intervention;

3.3 Risk of Bias degli articoli

Per ogni studio è stata condotta un'analisi qualitativa per verificare il rischio di bias indicati dalla Cochrane Collaboration, che ha fornito 7 domini ai quali viene assegnato un colore a seconda del grado di rischio (verde= no rischio bias, giallo= rischio incerto di bias, rosso= rischio bias).

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Aasa et al. 2015	+	+	-	+	-	+	?
Harts et al, 2008	+	+	-	+	+	+	+
Helmhout et al, 2004	+	+	-	+	-	+	+
Iversen et al. 2018	+	-	-	?	+	+	?
Jackson et al, 2011	-	-	-	-	-	?	?
Kell et al, 2009	?	-	-	-	-	?	?
Kell et al, 2011	?	-	-	-	-	?	?
Michaelson et al, 2016	+	+	-	+	+	+	?
Verbrugghe et al, 2018	-	-	-	-	?	+	?
Verbrugghe et al, 2019	+	+	-	-	+	+	?
Vincent et al, 2014	+	+	-	+	+	+	-

Figura 2 RoB dei singoli studi, Rosso=High Risk, Giallo= Unclear Risk, Verde= Low Risk

In tutti gli studi, non è stato possibile il cieco dei partecipanti e del personale, essendo gli interventi sperimentati fondati sull'esercizio. Il rischio di performance bias è dunque alto in tutti i lavori inclusi.

Il processo di randomizzazione nel lavoro di Aasa et al. (2015) è stato valutato come adeguato e a Low RoB. In quanto ne è stata descritta la procedura al computer eseguita da persona esterna allo studio. La raccolta dei dati degli outcome è stata realizzata da due terapisti in cieco. Il rischio di attrition bias è stato giudicato come alto per alto numero di partecipanti persi al follow up e mancanza di intention-to-treat analysis.

Anche nel lavoro di Helmhout (2004) il rischio di avere outcome incompleti è stato valutato come alto per le stesse ragioni. Processo di randomizzazione, allocazioni e raccolta outcome in cieco sono stati valutati come adeguati.

A questo lavoro è seguito quello di Harts, Helmhout et al.(2008). In questo studio, il rischio di outcome incompleti è stato giudicato basso perché nonostante i soggetti persi al follow-up è stata eseguita un'intention-to-treat analysis adeguata.

Lo studio di Iversen et al. (2018) è stato valutato come adeguato nel processo di randomizzazione ma non in quello di allocazione, ai soggetti non è stato nascosto il gruppo di intervento. Il rischio di detection bias è stato giudicato come "Unclear" perché non erano presenti sufficienti informazioni nella descrizione della raccolta degli outcome.

Nello studio di Kell et al. (2009) allocazione, cieco degli operatori nella raccolta dati e completezza degli outcome sono stati valutati come inadeguati e ad alto rischio di bias. presenta numerosi bias che lo rendono metodologicamente debole. Le procedure non sono avvenute in cieco, non c'è follow-up o e non è stato seguito il principio dell'intention-to-treat analysis. I restanti RoB sono stati giudicati come Unclear per mancanza di informazioni.

Nello studio successivo di Kell et al. (2011) l'allocazione non è avvenuta in cieco, così come gli operatori incaricati della raccolta dati non erano in cieco. vengono confrontate tre diverse forme di allenamento periodizzato. Entrambi gli studi di Kell inoltre sono definiti randomizzati, tuttavia non è stata descritta la procedura utilizzata ("The subjects were tested at baseline (pretraining) and then randomly assigned to 1 of 3 groups"), pertanto non è stato possibile classificare il rischio di selection bias.

Nello studio di Jackson et al. (2011) la randomizzazione è stata giudicata come inadeguata perché è stata eseguita sulla base dell'età dei soggetti reclutati. Il lavoro non è avvenuto in cieco.

Lo studio di Michaelson et al. (2016) usa lo stesso protocollo del lavoro di Aasa 2015. I ricercatori dei due lavori sono gli stessi. Le procedure sono dunque comuni e a basso rischio di bias. Inoltre il rischio di avere dati incompleti è stato giudicato come minore.

Verbrugghe et al. hanno condotto due studi, (2018 e 2019) sulla fattibilità di un allenamento intensivo in pazienti con CLBP. Il primo studio non è randomizzato: sono stati reclutati prima 10 individui per il gruppo HIT (che quindi era già a conoscenza del braccio di intervento di appartenenza) e poi altri 10 per il gruppo controllo. Il secondo studio invece fa parte di un progetto più ampio che valuta gli effetti dell'intensità e della modalità di allenamento nella riabilitazione del CNSLBP attraverso uno

studio controllato randomizzato a cinque bracci. Questo articolo nello specifico valuta la differenza tra due programmi di allenamento con un contenuto di allenamento identico ma con intensità di allenamento contrastanti. La raccolta dati pre- e post-intervento non è avvenuta in cieco. Il risk of attrition bias invece è stato valutato come basso perché tutti gli outcomes sono stati riportati e per la presenza di intention-to-treat analysis adeguata.

Lo studio di Vincent et al. (2014) è a basso rischio di selection bias in quanto la randomizzazione è stata giudicata adeguata (uso di un programma al computer) mentre l'allocazione è avvenuta in cieco. Anche il rischio di attrition bias è stato valutato come basso. Il rischio di altri bias è stato valutato come alto per presenza di numerosi limiti: la difficile generalizzazione degli effetti ottenuti dato che il campione in esame è costituito da popolazione obesa principalmente caucasica e la mancanza di classificazione della severità del LBP in termini di dolore alla baseline dei partecipanti.

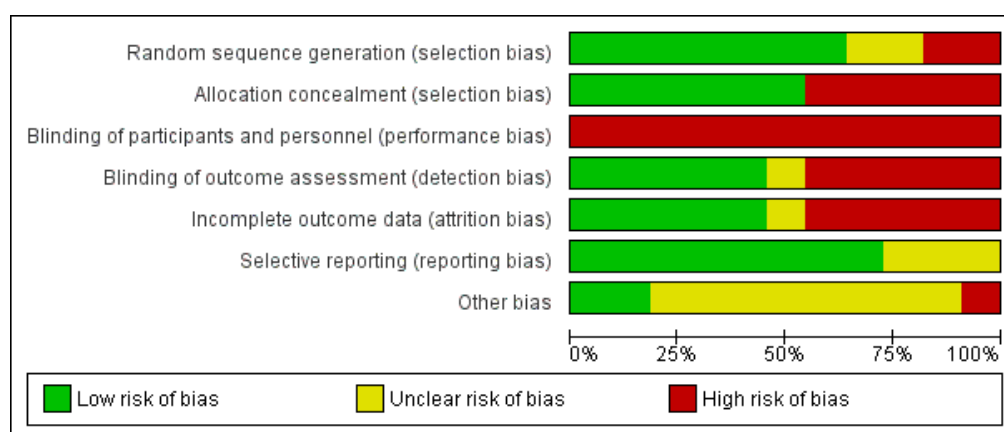


Figura 3 Grafico riassuntivo di ciascun RoB in percentuale

3.4 Sintesi dei risultati

Gli outcomes considerati sono stati dolore, disabilità e kinesiofobia. Il primo è stato valutato in 8 studi su 11. In cinque di essi, la misura utilizzata è stata la VAS (Visual Analogical Scale, indicazione del dolore su una linea di 100mm), negli altri tre è stata la NPRS (Numerical Pain Rating Scale, quantificazione del dolore con un numero da 0, dolore assente, a 10, dolore insopportabile). La disabilità è stata valutata in dieci studi con due questionari: Oswestry Disability Index (ODI, applicata in cinque studi) e il Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ, applicata in cinque studi differenti). Il RMDQ è stato somministrato in cinque studi, l'ODI negli altri cinque. La kinesiofobia è stata valutata in cinque studi, anch'essa con due questionari: la Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK, applicata in quattro studi) e il Fear Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ, applicato in uno studio).

Tabella 3 GRADE

Quality assessment							
No of studies	Design	Risk of bias	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Other considerations	Quality
Dolore (assessed with: VAS)							
5	randomised trials	very serious ^{1,2,3,4}	serious ^{5,6}	no serious indirectness	no serious imprecision	none	⊕⊕OO VERY LOW
Dolore (assessed with: NPRS)							
3	randomised trials	serious ^{1,3,4}	serious ^{6,7}	no serious indirectness	no serious imprecision	none	⊕⊕OO LOW
Disabilità (assessed with: ODI)							
5	randomised trials	very serious ^{1,2,3,4}	serious ^{6,7}	no serious indirectness	no serious imprecision	none	⊕⊕OO VERY LOW
Disabilità (assessed with: RMDQ)							
5	randomised trials	serious ^{1,2,3,4}	serious ^{6,7}	no serious indirectness	no serious imprecision	none	⊕⊕OO LOW
Kinesiofobia (assessed with: TSK)							
4	randomised trials	serious ^{1,2,3,4}	serious ⁶	no serious indirectness	no serious imprecision	none	⊕⊕OO LOW
Kinesiofobia (assessed with: FABQs)							
1	randomised trials	serious ^{1,4}	serious ⁶	no serious indirectness	no serious imprecision	none	⊕⊕OO LOW

¹ Selection Bias

² Detection Bias

³ Attrition Bias

⁴ Other Bias Unclear or High

⁵ Differences in outcomes

⁶ Differences in population

⁷ Differences in interventions

3.4.1 Allenamento della forza e dolore

Un totale di otto trials ha valutato l'effetto dell'allenamento della forza sul dolore in pazienti con CLBP. Il livello di evidenza è stato valutato come LOW perché i domini Risk of Bias e Inconsistency sono stati valutati come "Very serious" e "Serious". Cinque avevano globalmente un basso RoB, i rimanenti alto RoB. Sei studi avevano un campione di popolazione con caratteristiche molto simili, con uno stile di vita sedentario e range di età medio tra i 25 e i 60 anni. Uno studio (Vincent 2014) è stato eseguito su un campione di popolazione obeso con range di età 65-80, mentre un altro studio (Jackson 2011) è stato eseguito su uomini sportivi a livello amatoriale. La presenza di eterogeneità di popolazione e trattamenti ha determinato la scelta di valutare l'inconsistenza delle evidenze come "Serious".

In tutti e otto gli studi il dolore al termine del trattamento è diminuito in modo statisticamente significativo. In sei studi è assente un follow-up a lungo termine, la raccolta dati si ferma al termine dell'intervento, quindi l'effetto dell'allenamento della forza in questi studi si intende nel breve termine. Negli studi di Aasa 2015 e Michaelson 2016 il follow-up arriva rispettivamente a 12 e 24 mesi; la riduzione significativa del dolore perdura nel tempo. Sempre in questi due studi citati, l'allenamento della forza è stato comparato a un allenamento a basso carico con esercizi di controllo motorio ed entrambi i trattamenti sono stati affiancati a un intervento di educazione del paziente circa la fisiologia del dolore. Le analisi statistiche hanno evidenziato che c'è una riduzione del dolore statisticamente significativa all'interno dei due gruppi, ma che non vi è stata superiorità di uno dei due interventi nel miglioramento del dolore. Gli studi di Kell (2009,2011) e Jackson (2011) hanno comparato l'allenamento della forza nel primo studio (2009) con l'esercizio aerobico, negli altri studi con gruppi di controllo i cui interventi consistevano in terapia farmacologica, manuale o fisica (non specificati). Questi studi mostrano una superiorità dell'allenamento della forza, con diverse forme di periodizzazione, nella riduzione del dolore a breve termine rispetto ad altri trattamenti. È da considerare però che sono i lavori giudicati come metodologicamente meno validi.

3.4.2 Allenamento della forza e disabilità

Dieci studi sugli undici inclusi indagano gli effetti dell'allenamento della forza sulla disabilità. Il livello di evidenza è stato valutato come LOW per problemi di alto risk of bias e di inconsistenza degli studi, giudicati entrambi "serious". Quattro studi sono stati considerati ad alto RoB, gli altri sei a basso rischio. L'inconsistenza è stata giudicata "serious" sulla linea delle considerazioni fatte nel paragrafo precedente. Oltre ai campioni negli studi di Vincent 2014 e Jackson 2011, sono stati

considerati anche i campioni di popolazione degli studi di Helmhout 2004 e Harts 2008, che sommati raggiungono il numero di 146 tra civili e militari solo di sesso maschile.

Tutti gli studi riportano una riduzione statisticamente significativa del livello di disabilità nei gruppi che sperimentavano allenamenti della forza ad alto carico. Sei studi hanno riportato anche una superiorità dell'allenamento della forza in termini di riduzione della disabilità nel paziente con CLBP rispetto ai gruppi di controllo con cui il trattamento è stato confrontato. Ad esempio, nello studio di Verbrugghe 2019 nel gruppo HIT la riduzione della disabilità è risultata essere maggiore rispetto al gruppo MIT con una differenza tra i gruppi statisticamente significativa. Nello studio di Kell 2009 sopra citato, l'allenamento contro resistenza periodizzato è risultato essere più efficace nel miglioramento della disabilità rispetto all'attività aerobica con differenza statisticamente significativa. In quattro studi il resistance training non si è rivelato superiore nel ridurre la disabilità nel CLBP rispetto ad altri trattamenti, come un programma di esercizi di controllo motorio a basso carico (Michaelson 2016), LIT (Helmhout 2004, Harts 2008) o esercizio aspecifico (confrontato con allenamento della forza con theraband nello studio di Iversen et al 2018).

3.4.3 Allenamento della forza e kinesiophobia

Cinque studi su undici hanno indagato gli effetti del resistance training sulla kinesiophobia nei pazienti con CLBP. Dei tre, è stato l'outcome quindi meno indagato. La qualità delle evidenze è stata valutata come LOW per presenza di RoB alto e inconsistenza.

La paura del movimento, nei soggetti con CLBP, è diminuita in modo statisticamente significativo nei gruppi sottoposti ad allenamento della forza ad alto carico. In quattro studi, non sono state rilevate differenze statisticamente significative tra i gruppi sperimentali e i gruppi controllo. I trattamenti confrontati con l'allenamento della forza sono stati un intervento educativo su dieta e attività fisica (Vincent, 2014), l'esercizio terapeutico aspecifico (Iversen, 2018), l'allenamento cardiovascolare (Verbrugghe, 2018) e un programma di allenamento a basso carico (Harts 2008). Uno studio (Helmhout 2004) ha rilevato una superiorità dell'allenamento a basso carico rispetto a quello della forza ad alto carico nella riduzione della kinesiophobia a 2 e a 9 mesi di follow-up.

Tabella 4 Estrapolazione dei dati

Outcome	Studio	Controllo	Misura outcome	Gruppi	Randomizzati	Drop-out	Baseline	Post-trattamento	Follow-up
Dolore	Aasa, 2015	LMC	VAS	HLL group LMC group	35 35	7 10	43 (35, 51) N=35 47 (38, 57) N=35	22 (14, 31) N=33 30 (21, 40) N=34	24 (13, 34) N=28 25 (16, 34) N=25
	Michaelson, 2016	LMC	VAS	HLL group LMC group	35 35	8 4	43 (24) N=35 47 (28) N=35	22 (21) N=33 30 (26) N=34	27 (27) N=27 30 (29) N=31
	Verbrugge, 2018	CON (All. Cardiovascolare)	NPRS	HIT group CON group	10 10	0 2	6.5 (4.5;7.0) N=10 7.0 (2.8;8.8) N=8	3.0 (1.8;7.0) N=10 6.0 (4.0;7.0) N=8	/
	Verbrugge, 2019	MIT	NPRS	HIT group MIT group	19 19	1 1	5.7 (1.3) N=19 5.6 (1.7) N=19	2.5 (1.2) N=18 3.4 (1.7) N=18	/
	Iversen, 2018	GPE: General Physical Exercise	NPRS	ERB group GPE group	37 37	13 15	4.4 (1.6) N=37 4.9 (2.0) N=37	4.0 (3.3, 4.8) N=24 3.4 (2.7, 4.2) N=22	/
	Kell, 2009	AT: Aerobic Training C: Control	VAS	RT group AT group C group	9 9 9	0 0 0	5.4 (0.9) 5.1 (0.8) 4.9 (0.6)	3.3 (0.5) 4.8 (0.8) 4.8 (0.7)	/
	Kell, 2011	Control	VAS	4D group 3D group 2D group C	60 60 60 60	Non riportato		4.35 (0.95) 4.77 (1.00) 4.96 (1.03) 5.70 (0.86)	/
	Jackson, 2011	Control	VAS	ME group OE group C	15 15 15	Non riportato		3.2 (0.9) 3.3 (0.7) 4.5 (0.8)	/

Disabilità	Helmhout, 2004	LITestensori lombari	RMDQ	HIT group LIT group	41 40	8 11	7.1 (4.8) N=41 7.9 (4.8) N=40	4.2 (4.0) N=39 5.5 (4.4) N=36	3.2 (4.2) N=33 3.2 (3.3) N=29
	Harts, 2008	LITestensori lombari, Waiting List	RMDQ	HIT group LIT group Waiting list group	23 21 21	12 11 1	6.2 (4.4) N=23 7.6 (4.6) N=21 6.5 (3.9) N=21	3.4 (4.0) N=20 6.1 (6.0) N=19 5.2 (3.9) N=20	3.0 (3.5) N=11 3.2 (3.5) N=9 /
	Michaelson, 2016	LMC	RMDQ	HLL group LMC group	35 35	8 4	7.2 (4.3) N=35 7.1 (3.9) N=35	3.8 (4.0) N=33 3.6 (4.2) N=34	3.8 (3.9) N=27 3.6 (3.7) N=31
	Vincent, 2014	LETX CON	RMDQ	TOTRX group LEXT Group CON group	22 20 18	5 2 4	9.7 ± 3.5 N=20 9.3 ± 4.3 N=20 8.4 ± 4.7 N=18	5.0 ± 4.1 N=17 8.2 ± 5.5 N=18 6.3 ± 4.2 N=14	/
	Verbrugghe, 2018	CON (All. Cardiovascolare)	RMDQ	HIT group CON group	10 10	0 2	8.5 (6.3;11.3) N=10 11.5 (5.8;16.5) N=8	5.5 (2.8;9.3) N=10 7.0 (3.5;13.8) N=8	/
	Verbrugghe, 2019	MIT	ODI	HIT group MIT group	19 19	1 1	22.8 (9.4) N=19 18.8 (9.2) N=19	7.8 (5.6) N=18 11.8 (10.2) N=18	/
	Iversen, 2018	GPE: General Physical Exercise	ODI	ERB group GPE group	37 37	13 15	28.1 (8.5) N=37 32.5 (13.4) N=37	22.7 (95% CI: 18.7, 26.7) N=24 21.1 (95% CI: 17.0, 25.3) N=22	/
	Kell, 2009	AT: Aerobic Training C: Control	ODI	RT group AT group C group	9 9 9	0 0 0	40.4 (2.4) 39.8 (2.3) 39.2 (3.4)	24.2 (2.0) 35.9 (2.5) 39.1 (3.3)	/
	Kell, 2011	Control	ODI	4D group 3D group 2D group C	60 60 60 60	Non riportato	42.5 (10.5) 40.1 (11.4) 39.8 (10.8) 41.5 (10.5)	27.1 (10.7) 31.6 (11.1) 31.8 (10.9) 39.1 (10.1)	/
	Jackson, 2011	Control	ODI	ME group OE group C	15 15 15	Non riportato	43.1 (3.3) 44.7 (3.6) 41.7 (3.1)	23.2 (3.9) 21.4 (3.2) 41.2 (3.2)	/

Kinesiophobia	Helmhout, 2004	LIT estensori lombari	TSK	HIT group LIT group	41 40	8 11	37.0 (6.1)N=41 40.0 (7.0)N=40	35.0 (8.3)N=39 37.1 (7.3)N=36	34.9 (7.8)N=33 33.8 (6.4)N=29
	Harts, 2008	LIT estensori lombari, Waiting List	TSK	HIT group LIT group Waiting list group	23 21 21	12 11 1	35 (8) N=23 38 (8) N=21 39 (7) N=21	33 (8) N=20 33 (8) N=19 37 (10) N=20	33 (9) N=11 33 (8) N=9 /
	Vincent, 2014	LETX CON	TSK	TOTRX group LEXT Group CON group	22 20 18	5 2 4	25.2 ± 6.7 N=20 24.5 ± 6.6 N=20 26.0 ± 8.0 N=18	20.9 ± 5.9 N=17 21.0 ± 6.9 N=18 24.0 ± 7.6 N=14	/
	Verbrugghe, 2018	CON (All. Cardiovascolare)	TSK	HIT group CON group	10 10	0 2	42.0 (38.0;44.0)N=10 40.0 (36.5;44.0)N=8	35.0 (27.5;42.5)N=10 36.0 (31.8;40.5)N=8	/
	Iversen, 2018	GPE: General Physical Exercise	FABQ (Part A)	ERB group GPE group	37 37	13 15	7.5 (5.2)N=37 8.0 (5.4)N=37	5.4 (3.7, 7.1) N=24 5.2 (3.7, 6.8) N=22	/
			FABQ (Part B)	ERB group GPE group	37 37	13 15	17.9 (10.4)N=37 20.1 (8.3)N=37	16.0 (12.4, 19.7) N=24 16.4 (12.8, 20.0) N=22	/

Legenda

Valori presentati come Mean (SD)

VAS= Visual Analogical Scale; NPRS= Numerical Pain Rating Scale, RMDQ= Roland Morris Disability Questionnaire; ODI= Oswestry Disability Index, TSK= Tampa Scale of Kinesiophobia; FABQ= Fear Avoidance Beliefs Questionnaire

LMC= Low Load Motor Control; HLL= High Load Lifting; MIT= Moderate Intensity Training; HIT= High Intensity Training; ERB= Elastic Resistance Band; LIT= Low Intensity Training; RT= Resistance Training, LEXT= Lumbar Extensor Exercise

TOTRX= Total body Resistance exercise intervention;

4. DISCUSSIONE

L'obiettivo di questa tesi era quello di valutare la miglior applicazione dell'allenamento della forza nel trattamento riabilitativo di pazienti con CLBP, in termini di riduzione del dolore, della disabilità e della kinesiofobia.

Per molti anni, la modalità di trattamento per il dolore cronico ha incluso raccomandare il riposo e l'interruzione di attività fisica. Si è visto però che l'esercizio può dare specifici benefici nella riduzione della severità del dolore persistente, così come altri benefici associati al miglioramento della salute psico-fisica e delle abilità di chi ne soffre. La revisione di Genee et al. 2017 ha valutato l'applicazione di varie forme di attività fisica su condizioni causanti dolore cronico quali l'artrite reumatoide, osteoartrite, fibromialgia, dismenorrea, dolore femoro-rotuleo e mal di schiena. Gli studi inclusi hanno sperimentato diverse forme di esercizio fisico. Tutti i gruppi di intervento che hanno eseguito esercizio ne hanno tratto beneficio. Si conferma dunque il potenziale beneficio dell'attività fisica sul CLBP.(10)

I risultati ottenuti si dimostrano in linea con quanto riportano le revisioni già presenti in letteratura. L'allenamento della forza sembra essere efficace nel trattamento del CLBP e in alcuni studi anche più efficace di altre forme di esercizio secondo Hayden et al, 2005, che nel loro lavoro avevano considerato come impairment il dolore e la disabilità. Anche nella revisione di Owen et al. 2019 era emersa una leggera superiorità dell'allenamento della forza rispetto ad altre forme di esercizio nel trattamento della disabilità causata dal CLBP. La revisione però valutava l'effetto dell'esercizio anche su altri impairment quali "mental health" dove l'allenamento della forza è risultato leggermente più efficace, e il dolore, in cui invece sono risultate più efficaci attività di allenamento a carichi più bassi (es. Pilates). Questi due lavori hanno considerato modalità di esercizio total body. La revisione di Steele et al. 2015 ha studiato l'efficacia dell'allenamento della forza applicato ai soli muscoli estensori lombari sempre in pazienti con CLBP. Gli autori suggeriscono che anche questa applicazione di resistance training, eseguito a bassa frequenza (una volta a settimana) ma alto carico, è efficace nel produrre miglioramenti clinici significativi del dolore e della disabilità, sia come unico trattamento che inserito in un programma con più interventi. (11,12,16)

Negli studi inclusi in questo lavoro il dolore e la disabilità sono stati gli impairment più frequentemente analizzati, trattati rispettivamente in 8 e 10 studi. La kinesiofobia, per la quali non sono emersi riferimenti nelle revisioni sopracitate, è risultato essere l'impairment meno valutato (trattato in 5 studi su 11), nonostante spesso caratterizzi il paziente con CLBP.

In tutti gli RCT inclusi è stato applicato un programma di allenamento ad alto carico, calcolando dal 50% all'80% di 1RM con progressivo aumento. In tre studi si è scelto di allenare solo la muscolatura estensoria lombare.

Helmhout et al. 2004 e Harts et al, 2008 hanno sottoposto il braccio di intervento HIT a un programma di allenamento rispettivamente di 12 e 8 settimane, le prime due con due allenamenti a settimana, le successive con uno a settimana. In entrambi i programmi è stata utilizzata una lower back machine.(17,18)

Nello studio di Vincent, 2014 uno dei tre bracci di intervento ha eseguito rinforzo degli estensori lombari: le prime due settimane due serie dell'esercizio una volta a settimana, poi una serie da 15 per tre volte alla settimana. Il carico è stato settato al 60% di 1RM ed è stato progressivamente aumentato di circa il 2%. In nove studi è stato applicato un protocollo di allenamento della forza total body. Sempre nello studio di Vincent 2014 un gruppo di intervento ha eseguito allenamento della forza, con carico anch'esso settato al 60% di 1RM con aumento progressivo del 2%, comprensivo di esercizi per arti inferiori, superiori, muscolatura addominale e dorso-lombare (leg press, leg curl, leg extension, chest press, seated row, overhead press, triceps dip, lumbar extension, biceps curl, calf press, abdominal curl e lumbar extension)(19). Nello studio di Iversen, 2018 l'allenamento della forza consisteva nell'eseguire esercizi total body utilizzando delle bande elastiche Theraband, con carico che andava dal 60-70% al 75-80% di 1RM. Gli esercizi somministrati erano squat, stacchi, pulldown laterali, rows unilaterali, abduzione di spalla unilaterale e flies-reverse flies(20).

Negli studi di Verbrugghe (2018, 2019) l'allenamento della forza ad alto carico è stato associato a un allenamento cardiorespiratorio ad alta intensità. La parte di resistance training consisteva di tre esercizi per la parte superiore del corpo e tre per la parte inferiore, calcolando l'80% di 1RM e aumentando progressivamente del 5% se il paziente era in grado di eseguire più di 10 ripetizioni dell'esercizio.(21,22)

Gli studi di Kell 2009, 2011 e Jackson, 2011 hanno applicato un allenamento della forza periodizzato. Il protocollo di esercizi rimane invariato per ogni tipo di allenamento periodizzato, e comprende esercizi con manubri e bilancieri, macchine e a peso corporeo(23–25).

Negli studi di Aasa 2015 e Michaelson 2016, il gruppo di intervento sottoposto ad allenamento della forza hanno eseguito una serie di esercizi ad alto carico e gli autori hanno descritto l'esercizio dello stacco come rappresentativo del programma(26,27).

In tutti gli studi i gruppi di intervento che hanno sperimentato l'allenamento della forza come trattamento per il CLBP hanno riportato una riduzione del dolore, della disabilità e della kinesiophobia; tuttavia le evidenze su questi outcome sono state valutate come LOW sulla base di diversi fattori. Come già spiegato, è stato considerato il RoB dei singoli studi e la presenza di eterogeneità della popolazione, degli interventi e dei risultati. La popolazione varia da una popolazione giovane e allenata (Jackson 2011) a una anziana obesa (Vincent 2014). Per quanto riguarda i risultati solo quattro studi hanno un follow-up medio lungo. Gli interventi infine, per quanto basati sullo stesso principio, variano di studio in studio. Alcuni interessano un determinato gruppo muscolare (Helmhout 2004, Harts 2008), altri associano all'allenamento della forza quello cardiovascolare (Verbrugghe 2018, 2019), gli altri impiegano bande elastiche piuttosto che macchine o manubri.

Diventa difficile dunque identificare sia il protocollo di allenamento più efficace, sia la popolazione che ne possa trarre maggior beneficio rispetto ad altri trattamenti.

Un tentativo di rispondere a questi dubbi è stato fatto dal gruppo di ricerca di Berglund, Aasa, Michaelson et al. che hanno condotto un'analisi secondaria allo studio di Michaelson 2016, incluso in questo lavoro. L'obiettivo degli autori era quello di valutare quali fattori individuali misurati alla baseline potessero essere predittivi circa il dolore, la disabilità e l'attività dopo allenamento della forza sotto forma di stacchi. Secondo i risultati dell'analisi fattori come l'età, il sesso o l'indice di massa corporea del soggetto non sono in grado di predire il livello di dolore, disabilità e attività dopo l'intervento sperimentale in esame. È stata trovata una correlazione invece tra i dati raccolti alla baseline relativi a bassa intensità del dolore, basso livello della disabilità e buona performance al Biering-Sorensen test e maggior beneficio dal "deadlift training". È da considerare però, come spiegano anche gli autori, che i partecipanti allo studio di Michaelson et al 2016 hanno tutti da subito riportato disabilità e paura del dolore correlato al movimento minori e livello di attività maggiore rispetto ad altri campioni con CLBP studiati in altre ricerche. Inoltre, il disegno di studio utilizzato non è il migliore per creare modelli predittivi(28).

Negli studi inclusi i meccanismi a sostegno del dolore nel CLBP non sono stati sempre approfonditi, nonostante la letteratura suggerisca l'importanza di individuarli per poter impostare al meglio il trattamento. Come detto precedentemente, il Low Back Pain cronico è sostenuto da meccanismi periferici e centrali e uno può essere prevalente rispetto all'altro. In tre lavori, quelli di Aasa 2015, Michaelson 2016 e Verbrugghe 2019 i partecipanti agli studi sono stati inclusi solo se il loro LBP corrispondeva a un profilo di meccanismo nocicettivo, mentre soggetti con LBP e segni di sensibilizzazione centrali sono stati esclusi. Presentando i tre studi popolazioni omogenee tra loro e una buona qualità metodologica, si può confermare l'efficacia dell'allenamento della forza ad alto

carico che essi descrivono in pazienti con LBP di tipo nocicettivo, non si può dire però che questo trattamento possa essere ugualmente efficace su pazienti che presentano sintomi con caratteristiche centrali. Negli altri studi il meccanismo di dolore nei pazienti con CLBP non è stato motivo di inclusione o esclusione nei trials, né è stato indicato. L'unico criterio di esclusione relativo ai meccanismi di dolore era la presenza di dolore radicolare. Non è possibile dunque dire se i risultati di efficacia dell'allenamento della forza sul CLBP siano applicabili sia in pazienti con sintomi con caratteristiche nocicettive che in pazienti aventi sintomi con caratteristiche centrali.

Un'altra importante differenza tra gli studi inclusi è la presenza o meno nel trattamento dell'intervento educativo. Su 11 studi, solo quelli di Aasa 2015, Michaelson 2016, Vincent 2014 e Iversen 2018 hanno descritto una forma di educazione dei partecipanti associata all'esercizio, adattata alle loro aspettative e credenze. Lo studio di Vincent 2014, la cui popolazione consisteva in obesi di età >60aa, ha previsto in tutti i tre bracci di intervento la diffusione di raccomandazioni da parte di centri medici specializzati riguardo l'attività fisica e la dieta. È stato infatti distribuito ai partecipanti del materiale informativo sull'importanza dell'esercizio fisico per la propria salute, sull'alimentazione e sull'origine del dolore alla schiena. Negli studi di Aasa e Michaelson l'educazione è stata eseguita dai fisioterapisti che gestivano i trattamenti. Hanno istruito i partecipanti sui meccanismi a sostegno del dolore, soprattutto nel gruppo che sperimentava l'allenamento ad alto carico, spiegando loro come fosse possibile eseguire l'allenamento anche con dolore, a condizione che fosse un dolore accettabile (inferiore a 50mm nella scala VAS). Hanno inoltre educato i partecipanti su come all'esperienza dolorosa non corrispondesse sempre un danno, soprattutto nel loro caso, in cui picchi di dolore potevano essere spiegati e gestiti con variazioni di carico. Anche lo studio di Iversen 2018 che confronta il resistance training con bande elastiche e l'esercizio globale a basso carico parla di educazione in entrambi i bracci di intervento, tuttavia l'intervento educativo non è stato descritto. Gli altri sette studi non hanno descritto alcun tipo di educazione del paziente.

4.1 Limiti della revisione

Questo paragrafo mira a riassumere quelli che sono i limiti del lavoro svolto, già emersi nelle singole sezioni. Considerata la ricerca e le caratteristiche dei singoli studi, si riconoscono i seguenti limiti:

- **Qualità metodologica bassa degli studi inclusi:** su 11 studi inclusi solo 4 sono stati valutati con un basso Risk of Bias. La bassa qualità metodologica dei restanti sette articoli ha un importante peso nella determinazione della qualità delle evidenze, come già approfondito nella sezione dei risultati.

- **Eterogeneità dei trattamenti e dei risultati:** come già discusso precedentemente, i protocolli di allenamento della forza nei vari studi sono diversi tra loro, per quanto condividano gli stessi presupposti teorici. Le differenze riguardano gli strumenti utilizzati per l'allenamento o i gruppi muscolari per cui gli esercizi erano mirati. In soli quattro studi è stato dichiarato di aver aggiunto l'intervento educativo al trattamento. Infine, in quattro studi il follow-up è abbastanza lungo da poter dare informazioni sull'efficacia degli interventi a lungo termine. Questi fattori rendono difficile trarre conclusioni sulla superiorità di un determinato protocollo di allenamento e sull'efficacia a lungo termine.
- **Unico revisore per selezione e analisi qualitativa degli articoli**
- **Impossibilità di reperire full text di alcuni articoli**

5. CONCLUSIONE

Nell'elaborazione di questa revisione si osserva il crescente interesse di ricercatori e clinici per l'applicazione dell'esercizio fisico nella riabilitazione. Si conferma inoltre la tendenza a incentivare un approccio riabilitativo "attivo" rispetto a uno passivo in presenza di dolore cronico, esplorando le diverse forme di attività fisica in modo da selezionare quella più congeniale al paziente. Questa revisione si è incentrata sull'allenamento della forza e sulla sua applicazione in pazienti con mal di schiena cronico, approfondendo in primo luogo la sua efficacia sul dolore, la disabilità e la kinesiofobia e secondariamente le caratteristiche degli allenamenti proposti, il ruolo dei meccanismi di elaborazione del dolore a sostegno del CLBP e dell'educazione del paziente. La ricerca nelle banche dati ha prodotto un totale di 375 articoli, dei quali 11 sono stati ritenuti idonei per l'inclusione e quindi analizzati. I papers inclusi hanno confrontato protocolli di allenamento della forza con altre forme di esercizio: esercizio aerobico a bassa e alta intensità, esercizio a basso carico ed esercizio di controllo motorio. Come già detto nella sezione "Discussione" in tutti gli studi i pazienti hanno avuto beneficio da tutte le forme di intervento, confermando l'efficacia dell'esercizio terapeutico nel trattamento del CLBP. Non sempre i gruppi che hanno sperimentato l'allenamento della forza hanno avuto risultati migliori dei gruppi di controllo. Nel trarre le conclusioni, è da considerare anche la bassa qualità metodologica della maggior parte degli studi inclusi e l'inconsistenza dei risultati, giudicata come seria per eterogeneità di interventi e risultati. Spicca inoltre negli studi inclusi il mancato approfondimento dei meccanismi a sostegno del dolore cronico e del peso dell'educazione nel trattamento. Sulla base di ciò, si può concludere che c'è evidenza per cui l'allenamento della forza sia efficace nella riduzione del dolore, della disabilità e della kinesiofobia, ma che essa sia di qualità complessivamente bassa. Non è possibile invece trarre conclusioni concrete circa la superiorità dell'allenamento della forza rispetto ad altre forme di allenamento come intervento riabilitativo in pazienti con CLBP.

Occorrono sicuramente studi di qualità metodologica superiore che consentano di rafforzare le evidenze acquisite circa l'allenamento della forza e permettano inoltre di valutare in quali casi questa scelta terapeutica possa essere la più efficace per il paziente. A tal proposito, sarebbe interessante se la ricerca futura approfondisse l'importanza o meno di considerare i meccanismi di elaborazione del dolore e il ruolo dell'educazione del paziente nella programmazione del trattamento.

BIBLIOGRAFIA

1. Kamper SJ, Apeldoorn AT, Chiarotto A, Smeets RJE, Ostelo RWJG, Guzman J, et al. Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* [Internet]. 2015;350(February):1–11. Available from: <http://dx.doi.org/doi:10.1136/bmj.h444>
2. Foster NE, Thomas E, Bishop A, Dunn KM, Main CJ. Distinctiveness of psychological obstacles to recovery in low back pain patients in primary care. *Pain* [Internet]. 2010 Mar;148(3):398–406. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20022697>
3. Corrêa JB, Costa LOP, de Oliveira NTB, Sluka KA, Liebano RE. Central sensitization and changes in conditioned pain modulation in people with chronic nonspecific low back pain: a case–control study. *Exp Brain Res* [Internet]. 2015 Aug 12;233(8):2391–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-015-4309-6>
4. Andersen LL, Andersen CH, Sundstrup E, Jakobsen MD, Mortensen OS, Zebis MK. Central adaptation of pain perception in response to rehabilitation of musculoskeletal pain: randomized controlled trial. *Pain Physician* [Internet]. 2004 Nov 17;15(5):385–94. Available from: <http://www.jneurosci.org/cgi/doi/10.1523/JNEUROSCI.2541-04.2004>
5. Apkarian AV, Sosa Y, Sonty S, Levy RM, Harden RN, Parrish TB, et al. Chronic back pain is associated with decreased prefrontal and thalamic gray matter density. *J Neurosci*. 2004;24(46):10410–5.
6. Smith BE, Hendrick P, Bateman M, Holden S, Littlewood C, Smith TO, et al. Musculoskeletal pain and exercise - Challenging existing paradigms and introducing new. *Br J Sports Med*. 2019;53(14):907–12.
7. Goubert D, van Oosterwijck J, Meeus M, Danneels L. Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain. *Pain Physician*. 2016;19(7):E985–1000.
8. Ranger TA, Cicuttini FM, Jensen TS, Peiris WL, Hussain SM, Fairley J, et al. Are the size and composition of the paraspinal muscles associated with low back pain? A systematic review. *Spine J* [Internet]. 2017;17(11):1729–48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2017.07.002>
9. Luque-Suarez A, Martinez-Calderon J, Falla D. Role of kinesiophobia on pain, disability and quality of life in people suffering from chronic musculoskeletal pain: A systematic review. *Br J Sports Med*. 2019;53(9):554–9.

10. Geneen LJ, More RA, Clarke C, Martin D, Colvin LA, Smith BH. Physical activity and exercise for chronic pain in adults. *J Sociol.* 2017;(1):135–9.
11. Hayden JA, Van Tulder MW, Tomlinson G. Systematic review: Strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med.* 2005;142(9):776–85.
12. Owen PJ, Miller CT, Mundell NL, Verswijveren SJ, Tagliaferri SD, Brisby H, et al. Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;1–12.
13. Communications S. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2009 Mar;41(3):687–708. Available from: <http://journals.lww.com/00005768-200903000-00026>
14. Westcott WL. Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11(4):209–16.
15. Pedersen MT, Andersen LL, Jørgensen MB, Sogaard K, Sjøgaard G. Effect of Specific Resistance Training on Musculoskeletal Pain Symptoms. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2013 Jan;27(1):229–35. Available from: <http://journals.lww.com/00124278-201301000-00032>
16. Steele J, Bruce-Low S, Smith D. A Review of the Clinical Value of Isolated Lumbar Extension Resistance Training for Chronic Low Back Pain. *PM R* [Internet]. 2015;7(2):169–87. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.10.009>
17. Helmhout PH, Harts CC, Staal JB, Candel MJJM, De Bie RA. Comparison of a high-intensity and a low-intensity lumbar extensor training program as minimal intervention treatment in low back pain: A randomized trial. *Eur Spine J.* 2004;13(6):537–47.
18. Harts CC, Helmhout PH, de Bie RA, Staal JB. A high-intensity lumbar extensor strengthening program is little better than a low-intensity program or a waiting list control group for chronic low back pain: A randomised clinical trial. *Aust J Physiother* [Internet]. 2008;54(1):23–31. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(08\)70062-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(08)70062-X)
19. VINCENT HK, GEORGE SZ, SEAY AN, VINCENT KR, HURLEY RW. Resistance Exercise, Disability, and Pain Catastrophizing in Obese Adults with Back Pain. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2014 Sep;46(9):1693–701. Available from: <http://journals.lww.com/00005768-201409000-00003>
20. Iversen VM, Vasseljen O, Mork PJ, Gismervik S, Bertheussen GF, Salvesen, et al. Resistance

band training or general exercise in multidisciplinary rehabilitation of low back pain? A randomized trial. *Scand J Med Sci Sport*. 2018;28(9):2074–83.

21. Verbrugghe J, Agten A, Eijnde BO, Olivieri E, Huybrechts X, Seelen H, et al. Feasibility of high intensity training in nonspecific chronic low back pain: A clinical trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(4):657–66.
22. VERBRUGGHE J, AGTEN A, STEVENS S, HANSEN D, DEMOULIN C, O. EIJNDE B, et al. Exercise Intensity Matters in Chronic Nonspecific Low Back Pain Rehabilitation. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2019 Dec;51(12):2434–42. Available from: <http://journals.lww.com/00005768-201912000-00002>
23. Kell RT, Asmundson GJG. A Comparison of Two Forms of Periodized Exercise Rehabilitation Programs in the Management of Chronic Nonspecific Low-Back Pain. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009 Mar;23(2):513–23. Available from: <http://journals.lww.com/00124278-200903000-00022>
24. Kell RT, Risi AD, Barden JM. The Response of Persons With Chronic Nonspecific Low Back Pain to Three Different Volumes of Periodized Musculoskeletal Rehabilitation. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2011 Apr;25(4):1052–64. Available from: <http://journals.lww.com/00124278-201103000-00022>
25. Jackson JK, Shepherd TR, Kell RT. The Influence of Periodized Resistance Training on Recreationally Active Males with Chronic Nonspecific Low Back Pain. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2011 Jan;25(1):242–51. Available from: <http://journals.lww.com/00124278-201101000-00035>
26. Aasa B, Berglund L, Michaelson P, Aasa U. Individualized low-load motor control exercises and education versus a high-load lifting exercise and education to improve activity, pain intensity, and physical performance in Patients with Low BACK pain: A Randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(2):77–85.
27. Michaelson P, Holmberg D, Aasa B, Aasa U. High load lifting exercise and low load motor control exercises as interventions for patients with mechanical low back pain: A randomized controlled trial with 24-month follow-up. *J Rehabil Med*. 2016;48(5):456–63.
28. Berglund L, Aasa B, Hellqvist J, Michaelson P, Aasa U. Which Patients With Low Back Pain Benefit From Deadlift Training? *J strength Cond Res* [Internet]. 2015 Jul;29(7):1803–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25559899>

