



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. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

***Efficacia dell'esercizio terapeutico nel trattamento del dolore radicolare nei  
giovani pazienti : una revisione della letteratura.***

Candidato:

Dott. FT Davide Cavallaro

Relatore:

Dott.ssa FT OMPT Federica Tasin

## Indice

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. Abstract.....  | 4                                     |
| 2. Introduzione.....  | 6                                     |
| 2.1 <i>Dolore radicolare</i> .....                                      | 8                                     |
| 2.2 <i>Patofisiologia</i> .....   | 9                                     |
| 2.3 <i>Valutazione del paziente con dolore radicolare lombare</i> ..... | 10                                    |
| 2.4 <i>Trattamento del dolore radicolare lombare</i> .....              | 12                                    |
| 2.5 <i>Esercizio Terapeutico</i> .....                                  | 13                                    |
| 3. Materiali e Metodi .....   | 14                                    |
| 3.1 <i>Strategia di ricerca</i> .....                                   | 14                                    |
| 3.2 <i>Selezione degli studi</i> .....                                  | 15                                    |
| 3.3 <i>Criteri di eleggibilità</i> .....                                | 15                                    |
| 3.3.1 <i>Criteri di inclusione</i> .....                                | 15                                    |
| 3.3.2 <i>Criteri di esclusione</i> .....                                | 17                                    |
| 3.4 <i>Outcomes</i> .....   | 18                                    |
| 3.5 <i>Valutazione del rischio di bias</i> .....                        | 18                                    |
| 4. Risultati.....   | 19                                    |
| 4.1 <i>Estrazione dei dati</i> .....                                    | 19                                    |
| 4.2 <i>Caratteristiche degli studi</i> .....                            | 20                                    |
| 4.3 <i>Sintesi dei risultati</i> .....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> 4 |
| 4.3.1 <i>Confronto con terapia manuale</i> .....                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> 4 |
| 4.3.2 <i>Confronto con esercizio terapeutico</i> .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> 6 |
| 4.3.3 <i>Confronto con terapia convenzionale</i> .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> 7 |
| 4.3.4 <i>Esercizio terapeutico o rimanere attivi?</i> .....             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> 8 |
| 4.3.5 <i>Esercizio terapeutico nel post chirurgico</i> .....            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> 9 |
| 4.4 <i>Analisi metodologica degli studi inclusi</i> .....               | 30                                    |
| 5. Discussione.....   | 33                                    |
| 5.1 <i>Limiti</i> .....   | 37                                    |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 6. Conclusioni..... | 37 |
| 7. Key Points.....  | 38 |
| Bibliografia.....   | 39 |

## **1. Abstract**

### **Background**

Il dolore radicolare e la radicolopatia lombare rappresentano dei disturbi invalidanti che causano dolore severo e alterazione della conduzione del segnale nervoso che può presentarsi come alterazioni della sensibilità, riduzione della forza e dei riflessi osteotendinei. La tendenza di queste problematiche a cronicizzare costituisce un fattore di rischio sociale, economico e psicologico nella popolazione giovane adulta in quanto causa di limitazione delle attività e della partecipazione sociale. La ricerca scientifica non ha ancora trovato una definizione univoca e condivisa di dolore radicolare e radicolopatia, ne consegue la difficoltà nel determinare quale tipo di approccio conservativo possa avere maggior efficacia nel ridurre il dolore e migliorare la funzione sia in presenza di dolore radicolare che di radicolopatia. In ambito riabilitativo uno degli interventi utilizzati per la gestione di queste problematiche è l'esercizio terapeutico nonostante in letteratura scientifica non siano ancora state definite le caratteristiche dello stesso in termini di tipologia, dosaggio e frequenza.

### **Obiettivo**

Lo scopo di questa tesi è stato quello di effettuare una revisione della letteratura esistente per valutare l'efficacia dell'esercizio terapeutico nel ridurre dolore e disabilità in caso di dolore radicolare e radicolopatia in una popolazione giovane adulta.

### **Materiali e metodi**

È stata effettuata una revisione sistematica della letteratura utilizzando come traccia il modello PRISMA. Le patologie prese in considerazione sono state il dolore radicolare lombare e la radicolopatia lombare. Nella revisione sono stati inseriti studi che come principale intervento prevedevano l'esercizio terapeutico. Sono stati presi in considerazione esclusivamente RCT e revisioni sistematiche. Gli outcomes principali sono stati il dolore e la disabilità. Sono stati esclusi gli studi aventi come partecipanti i soggetti con dolore radicolare lombare o radicolopatia lombare non di origine muscolo-scheletrica. La ricerca è stata eseguita utilizzando le banche dati PubMed e Cochrane Library. La valutazione dei bias degli RCT è stata svolta tramite l'utilizzo di Rob 2.0 mentre la valutazione dei bias delle revisioni sistematiche tramite AMSTAR 2.

## **Risultati**

La stringa di ricerca ha prodotto 219 risultati ed in seguito alla rimozione dei duplicati, alla lettura dei titoli e dei rispettivi abstract, alla ricerca dei full text sono stati ammessi alla fase di lettura 10 studi tra RCT e revisioni sistematiche che corrispondevano ai criteri di inclusione della tesi. Le caratteristiche principali degli studi sono riassunte in tabelle sinottiche. I risultati degli studi presi in considerazione nella revisione hanno indicato che per quanto riguarda il dolore radicolare lombare l'esercizio terapeutico sembra dare benefici statisticamente significativi per tutti gli outcome.

## **Conclusioni**

Da questa revisione emerge che il dolore radicolare lombare trae beneficio dall'esercizio terapeutico. Non è possibile identificare quali siano le caratteristiche specifiche dell'esercizio in termini di posologia e tipologia. Non possiamo affermare che l'esercizio terapeutico sia superiore alla terapia manuale, tuttavia un approccio combinato potrebbe essere una buona soluzione. Per quanto riguarda il confronto con le terapie convenzionali, i risultati sono univoci e testimoniano i benefici ricavati dall'esercizio terapeutico.

## **Parole chiave**

Radiculopathy, radicular pain, nerve trunk pain, exercise therapy, pain, disability, Activities of Daily Living.

## 2. Introduzione

Il dolore radicolare e/o la radicolopatia lombare rappresentano un disturbo molto comune nella popolazione e costituiscono un importante onere sociale, economico e psicologico per tutti i pazienti che ne soffrono.

Il dolore radicolare è un sintomo algico che origina principalmente dalla stimolazione della radice dorsale di un nervo spinale o dal ganglio dorsale, con la peculiarità (in assenza di malattia del nervo) di non mostrare segni clinici oggettivi di sofferenza della radice nervosa o positività agli esami neurologici, elettrodiagnostici o ad altri esami strumentali(1).

Il dolore radicolare preso come condizione a sé stante, quindi solo come sintomo, in assenza di patologie del sistema nervoso, va solo a descrivere un tipo di dolore nocicettivo neurogenico delle radici nervose (1,3).

La neurofisiopatologia di questo tipo di dolore risiede sia nella stimolazione diretta dal punto di vista meccanico, termico o chimico che va a generare una nocicezione, che nell'infiammazione dei tessuti circostanti con la conseguenza di irritare il ganglio dorsale o la radice stessa ma anche da scariche ectopiche generate all'interno del nervo stesso (Abnormal Impulse Generating Sites – AIGS) (2). Quest'ultima caratteristica deriva sia dalla nocicezione originata dai tessuti connettivi del nervo stesso, mediata dai nerva nervorum, sia dall'infiammazione neurogenica, le quali rendono il nervo più sensibile a stimoli che normalmente non vengono considerati dolorosi (2).

In presenza di patologia del sistema nervoso come in un quadro di radicolopatia, il dolore radicolare oltre ad essere uno dei segni della patologia, insieme a deficit di forza, sensibilità e/o alterazione dei riflessi, presenta delle caratteristiche per poter essere definito anche dolore neuropatico (4).

Il dolore radicolare, spesso nominato anche come “Nerve trunk pain” o radicolite, viene descritto dal paziente come una sensazione dolorosa profonda, che può o meno avere un decorso lineare, simile ad una scossa o una coltellata, che può essere repentino o vario, che peggiora la notte e che generalmente viene alleviata da posizioni antalgiche (3,5,6).

Questa variabilità nelle caratteristiche del dolore è dovuta al fatto che il dolore radicolare è costituito da due componenti: dolore nocicettivo e dolore neuropatico.

Il dolore nocicettivo è descritto come profondo, simile a un mal di denti e che peggiora con la palpazione del nervo. Il dolore neuropatico è anch'esso descritto come profondo, con sensazioni parossistiche di coltellate o scosse elettriche (7), bruciore urente e spesso si associa alla presenza di iperalgesia e/o allodinia (8).

Solo negli ultimi anni la ricerca scientifica sta investendo le proprie risorse nel trovare una definizione condivisa di dolore radicolare e radicolopatia. Ancora oggi, sono numerosi i termini attraverso i quali è possibile reperire in letteratura le sopracitate condizioni ed inoltre gli articoli scientifici prendono in considerazione soggetti con Low Back Pain e dolore riferito all'arto inferiore nonostante utilizzino una nomenclatura riferibile ad un dolore radicolare lombare o una radicolopatia lombare. Per tale motivo ne consegue la mancata affidabilità degli studi di prevalenza e la difficoltà nel determinare quale tipo di approccio conservativo possa avere maggior efficacia nel ridurre il dolore e migliorare la funzione nel dolore radicolare piuttosto che nella radicolopatia.

In ultimo, non per importanza, il dolore radicolare e la radicolopatia lombare costituiscono una delle ragioni primarie di richiesta di cura e assistenza sanitaria non solo da parte del medico di medicina generale, ma anche da parte del neurochirurgo, del neurologo, dell'ortopedico e del fisioterapista.

Inoltre, vista l'elevata incidenza di sintomi di tipo radicolare nei pazienti con Low Back Pain (compresa tra il 12% e il 40%) per un clinico diventa molto importante saper distinguere il dolore radicolare dal dolore somatico riferito all'arto inferiore (che appare sordo, diffuso, mal localizzabile, profondo e con VAS meno elevata) o da un quadro di radicolopatia lombare con o senza dolore radicolare.

L'importanza del corretto inquadramento diagnostico risulta quindi fondamentale per poter determinare delle nuove strategie terapeutiche.

Lo scopo di questa tesi è stato quello di effettuare una revisione della letteratura esistente, prendendo in considerazione studi RCT in modo da avere le migliori evidenze scientifiche, per valutare l'efficacia dell'esercizio terapeutico nel ridurre dolore e disabilità in presenza di dolore radicolare nei soggetti giovani adulti.

## 2.1 Il dolore radicolare

Il dolore radicolare è un sintomo provocato da un'irritazione di un nervo spinale che può presentarsi in associazione a disturbi neurologici positivi quali iperalgesie, parestesie e spasmi muscolari (7).

Una condizione con cui esso viene erroneamente scambiato è il dolore somatico riferito con cui differisce sia per le caratteristiche cliniche che per i meccanismi alla sua base (3). Un'altra importante condizione clinica che riguarda la radice nervosa e con cui viene associato il dolore radicolare è la radicolopatia. Radicolopatia e dolore radicolare possono o meno coesistere ma non sono la stessa cosa (3). La radicolopatia è una condizione clinica caratterizzata dalla compressione o dall'irritazione delle radici nervose spinali. Quando una radice nervosa viene compressa o irritata, possono verificarsi sintomi come dolore, intorpidimento, formicolio o debolezza muscolare nella regione del corpo innervata dalla radice nervosa colpita. Il dolore radicolare quindi, non è la condizione primaria di una radicolopatia, bensì è un sintomo che può essere o meno presente (3).

Del dolore radicolare si distinguono due diverse componenti: il dolore neuropatico (o disestesico) e il dolore nocicettivo (primario). Parlando solo del dolore e non prendendo in considerazione un quadro patologico, il dolore radicolare, nonostante riguardi il sistema nervoso in senso anatomico-fisiologico, è per lo più definibile come dolore nocicettivo neurogenico e non dolore neuropatico, in quanto mancano le caratteristiche di malattia del sistema nervoso e la sola anamnesi non basta per definirlo tale (4,10).

Il dolore neuropatico si evoca quando la radice del nervo o il tronco nervoso vengono danneggiati da stimoli chimici o meccanici che oltrepassano la tollerabilità di queste strutture(6). Il dolore è causato da scariche ectopiche generate all'interno del nervo e viene percepito lungo la distribuzione sensitiva periferica di un nervo sensitivo o misto. Le sensazioni anormali percepite includono bruciore, formicolii e intorpidimenti con sensazioni parossistiche di scosse e/o coltellate e la presenza di iperalgesia/allodinia (7).

Il dolore nocicettivo è invece attribuito all'aumento dell'attività di nocicettori meccanici o chimici sensibilizzati. Questo dolore ha tendenzialmente un decorso lineare ed è descritto come profondo, fastidioso che peggiora con il movimento, lo stretching o la palpazione del nervo.

Mentre il dolore nocicettivo è proporzionato all'aggravarsi dello stimolo, il dolore disestesico può presentarsi con una varietà di comportamenti clinici:

- I pazienti possono avvertire un dolore molto intenso (inizio dello stimolo) che potrebbe scomparire ancor prima che lo stimolo venga rimosso;
- I pazienti possono percepire dolore spontaneo o stimolo-indipendente che potrebbe essere di natura parossistica;
- I pazienti potrebbero riportare che i sintomi sono peggiori in momenti della vita con maggiore stress(6) ;
- Alle volte il dolore potrebbe essere il risultato della somma di più stimoli.

Queste incongruenze nella relazione tra stimolo e risposta sono la sintesi di un sistema nervoso ipereccitabile con siti abnormi di generazione di impulsi che aumentano le scariche afferenti.

In conclusione, il dolore radicolare è un sintomo algico della radice nervosa che presenta caratteristiche che possono essere sia compatibili con il dolore nocicettivo, in particolare di tipo neurogenico, sia con il dolore neuropatico, quando si manifestano caratteristiche oggettive di patologie del sistema nervoso (ad esempio una radicolopatia). A differenza del dolore disestesico però, il dolore nocicettivo solitamente ha una relazione stimolo-risposta più congruente con il tipo, l'intensità e il perpetrarsi dello stimolo stesso.

## **2.2 Patofisiologia**

Nella normalità dei casi le radici nervose e i nervi sono solitamente poco sensibili agli stress meccanici, tuttavia possono esserci delle circostanze in cui si manifesta un cambiamento. Tra le cause più frequenti che determinano un aumento della sensibilità del nervo come risposta ad uno stimolo meccanico o un cambiamento nella perfusione circolatoria o un aumento delle sostanze infiammatorie o chimiche da tessuti adiacenti vi sono le erniazioni discali. In una minoranza dei casi, invece, sembra che le sofferenze radicolari (con o senza problematiche di conduzione) possano essere riconducibili a stenosi laterale o foraminale, osteofitosi o altri processi degenerativi a carico del disco intervertebrale, delle faccette articolari o di altre strutture del rachide lombare (10).

Naturalmente le strutture nervose hanno una soglia di adattabilità quindi in relazione all'intensità e alla durata dello stress vi possono essere risposte diverse. La soglia di intensità e la durata degli stimoli che il tessuto nervoso può sopportare ancora non sono stati determinati con precisione (11) però è noto che stress compressivi di bassa intensità e breve durata possono causare cambiamenti fisiologici reversibili e lievi cambiamenti strutturali. In presenza di stress compressivi di alta intensità si potrebbero determinare alterazioni strutturali delle guaine mieliniche e a volte lesioni dell'assone. In presenza di stress di bassa intensità ma lunga durata invece vi potrebbero essere dei cambiamenti strutturali significativi secondari alla riduzione del flusso sanguigno e ischemia(8).

La compressione diretta sul ganglio dorsale può determinare in breve tempo il dolore radicolare (3), questo perché il ganglio dorsale è la sede dei neuroni sensitivi e risponde più velocemente a stimoli meccanici. La compressione sulla radice invece richiede più tempo per provocare il dolore radicolare dato che, come il nervo, ha una resistenza maggiore agli stimoli meccanici e chimici. La compressione sulla radice può però causare disfunzioni sensoriali e di movimento se possiede elevata intensità e durata.

Nello specifico, la prima fase del processo patofisiologico che andrà a determinare il dolore radicolare lombare con o senza radicolopatia è caratterizzata dalla compromissione della circolazione intraneurale. l'infiammazione e l'edema conseguente incrementano la pressione dei liquidi intraneurali alimentando l'infiammazione tramite la risposta dei nervi nevrorum, i quali subendo una irritazione meccanica rispondono rilasciando neuropeptidi (12). Una volta che il tessuto connettivo neurale è infiammato i nocicettori dei nervi nevrorum e dei nervi sinovertebrali si sensibilizzano agli stimoli chimici e meccanici, contribuendo ad aumentare la meccanosensibilità tipica del dolore radicolare (6).

Il persistere dell'edema intraneurale porta alla fibrosi e compromette le proprietà viscoelastiche del tessuto connettivo. La riduzione di estensibilità che ne consegue pone maggior stimolo meccanico a carico dei nocicettori dei nervi nevrorum e dei nervi sinovertebrali. A questo stadio la fibrosi contribuisce ad aumentare gli input nocicettivi del tessuto nervoso (6).

### **2.3 Valutazione del paziente con dolore radicolare lombare**

Nonostante i dati epidemiologici varino sensibilmente all'interno degli studi che ne indagano prevalenza e incidenza, si stima che la prevalenza stessa del disturbo si trovi all'interno di un range compreso tra il 3% e il 5% nella popolazione generale e l'incidenza dei sintomi di tipo radicolare nei pazienti con LBP sembra essere compresa invece tra il 12% e il 40% (10).

La parte più importante della valutazione, come in molte delle patologie muscoloscheletriche, è l'anamnesi. Sebbene la clinica ci insegni ogni giorno come l'insorgenza delle patologie muscoloscheletriche vari da paziente a paziente, sono diversi i fattori predisponenti o considerati "di rischio" per la manifestazione clinica di radicolopatia lombare o dolore radicolare. Nello specifico, queste problematiche muscoloscheletriche sembrano essere più prevalenti nell'uomo rispetto alla donna, nei pazienti fumatori, che hanno una storia di trauma, di altezza elevata, sovrappeso, dallo stile di vita sedentario, individui la cui occupazione lavorativa espone a carichi ripetitivi, stressogeni o energici in flessione o flessione e rotazione lombare (flexion and/or twisting) oppure in pazienti donne con storia di multiple gravidanze (13). Il paziente con dolore radicolare o radicolopatia lombare ragionando esclusivamente in termini di prevalenza e di tipologia di disturbo che la genera è tendenzialmente un individuo piuttosto giovane con uno o più dei fattori predisponenti citati nelle righe precedenti.

I segni e sintomi clinici da tenere in considerazione sono dolore severo, urente, ben localizzabile, più intenso a livello degli arti inferiori rispetto alla zona lombare, dolore avvertito come una sensazione di "elastico che tira" o sensazione di tensione profonda dal gluteo alla coscia, al polpaccio e/o al piede, un dolore che peggiora durante la notte e che si riduce o scompare in posture antalgiche in flessione e lateroflessione e nelle attività che determinano un allentamento della tensione nervosa (come ad esempio la posizione in decubito laterale in appoggio sul lato non sintomatico).

Una volta indagata la presenza di sintomi radicolari, l'esito dell'esame neurologico (valutazione della sensibilità, della forza e dei riflessi osteotendinei) conferma la presenza di solo dolore radicolare (in caso di esame neurologico negativo) o radicolopatia con o senza dolore radicolare (in caso di esame neurologico positivo).

Oltre alla valutazione dei sintomi già descritti e dell'esame neurologico i clinici possono utilizzare dei test neurodinamici per esaminare il movimento e la meccanica sensitività delle strutture dei nervi lombosacrali. I test neurodinamici producono nel sistema nervoso periferico eventi meccanici e fisiologici che possono portare alla rievocazione dei sintomi familiari al paziente. Il test di Straight Leg Raise (SLR) si è dimostrato il più affidabile per l'identificazione di un'alterata meccanica sensitività del nervo sciatico. Il Prone Knee Bending Test (PKB) testa invece la presenza di alterazioni a livello delle radici nervose di L2,L3,L4 ed è positivo per riproduzione del sintomo unilaterale nell'area lombare, sul gluteo e/o sulla coscia anteriore. Lo SLUMP test è utile per la valutazione di estensibilità, sensitività e reattività del sistema nervoso. I sintomi del paziente sono i criteri per dare la positività o negatività al test (provocazione del dolore, parestesie e restrizione del movimento).

L'esito negativo dell'esame neurologico e la positività ai test neurodinamici unitamente ai segni e sintomi indagati attraverso l'anamnesi permettono l'inquadramento di paziente con dolore radicolare lombare. (12)

## **2.4 Trattamento del dolore radicolare lombare**

Le linee guida (LG) suggeriscono che il trattamento di elezione per questo tipo di patologia, nei gradi lieve e moderato, consista nell'approccio conservativo consigliando l'intervento chirurgico solo a chi presenta sintomi severi o non trae beneficio dal trattamento conservativo (12, 14) . La radicolopatia lombare e il dolore radicolare lombare possono essere trattati con diverse modalità, tra cui misure conservative, come l'educazione e l'esercizio fisico. Tuttavia, se le misure conservative falliscono, può essere necessario un intervento chirurgico sulla colonna vertebrale (15). La chirurgia potrebbe alleviare i sintomi di Sindromi radicolari non trattabili conservativamente solo in alcuni pazienti ma ad ogni modo le evidenze attuali non forniscono una guida alle tempistiche ottimali per l'intervento chirurgico. L'intervento chirurgico dovrebbe essere riservato ai pazienti con sintomi riconducibili alla sindrome della cauda equina (14) o in presenza di steppage per danno motorio severo oppure in casi in cui vi è il persistere dei sintomi oltre le 12 settimane nonostante il trattamento conservativo o la progressiva o importante perdita funzionale a causa di deficit motorio.

La chirurgia ha dimostrato di avere successo nel primo periodo post-operatorio ma i risultati a lungo termine sono meno positivi. È stato riferito che il 25% dei pazienti presenta sintomi post operatori persistenti dopo un primo intervento di chirurgia spinale per la gestione di una problematica discale (16). I disturbi persistenti possono includere dolore, deficit muscolari, riduzione della capacità funzionale e assenza dal lavoro. In qualsiasi caso la mancanza di studi di buona qualità che confrontino trattamento conservativo e chirurgico e la presenza di possibili complicanze in seguito all'approccio chirurgico dovrebbe portare al tentativo di trattamento conservativo in prima battuta.

Sebbene per la radicolopatia lombare e per il dolore radicolare lombare sono stati indagati molti trattamenti alternativi come le terapie fisiche, l'agopuntura, tecniche manipolative, trazione, iniezione epidurale e chirurgia, solo l'esercizio e la neurodinamica si sono distinti in quanto metodi efficaci facilmente accessibili e non invasivi. Tuttavia, il metodo migliore per diminuire il dolore e migliorare la funzione nelle persone con LBP e dolore alle gambe associato alla radicolopatia lombare non è attualmente noto (12).

In questa revisione è stata posta l'attenzione sull'esercizio terapeutico e le sue implicazioni nel trattamento del dolore radicolare lombare.

## **2.5 Esercizio Terapeutico**

L'esercizio terapeutico è considerato una componente importante nella gestione del dolore radicolare lombare e nella promozione all'autogestione (15). La ricerca dell'exercise-induced hypoalgesia e la costruzione di un programmi di esercizi sintomi guidati sono le basi su cui fondare il trattamento del dolore radicolare.

Gli studi che indagano sull'uso dell'esercizio fisico per il trattamento del dolore radicolare non sono in grado di supportare una tipologia di esercizio rispetto ad un'altra. Gli esercizi di controllo motorio che hanno come bersaglio il trasverso dell'addome, i multifidi e la muscolatura del pavimento pelvico sono comunemente utilizzati. Nonostante il loro legame anatomico con il bacino, è stata posta sorprendentemente poca attenzione sul contributo della muscolatura dell'anca al supporto lombopelvico. (16).

In qualità di affezione neuro-muscoloscheletrica specifica, specifici sono, infatti, il processo anamnestico, l'inquadramento e la gestione.

Tuttavia, anche se gli esercizi prescritti variano notevolmente in termini di tipologia, posologia ed esecuzione, nella maggior parte degli studi questi si focalizzano sulla ripresa funzionale, sul rafforzamento del tronco e degli arti inferiori, sulla funzione cardiovascolare e sulla stabilità prossimale, rendendo i risultati in qualche modo generalizzabili.

### **3. Materiali e metodi**

#### **3.1 Strategie di ricerca**

Questa revisione è stata redatta utilizzando le linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) al fine di assicurare omogeneità e comprensione dei dati riportati.

In primo luogo, è stata condotta una ricerca preliminare su Pubmed (agosto-ottobre 2022) al fine di avere un'idea generale delle strategie terapeutiche utilizzate dai clinici di tutto il mondo per gestire le sindromi radicolari ed identificare le parole chiave necessarie per le stringhe di interrogazione. A partire da gennaio 2023 la strategia della letteratura è stata condotta su diverse banche dati: Pubmed e Cochrane Library. La stringa di partenza principale è stata formulata su Pubmed e poi adattata per ogni altra banca dati. Per ogni banca dati è stata formulata una singola stringa di ricerca. Le parole chiave, gli operatori booleani adottati per le stringhe di ricerca e la loro cronologia sono riportati di seguito. Non sono stati fissati limiti temporali. Inoltre, sono stati controllati i riferimenti bibliografici di tutti gli studi inclusi e di altre revisioni sistematiche pertinenti per individuare altri articoli rilevanti.

| <i>Database</i> | <i>Query strings, keywords and Boolean operators</i>  |
|-----------------|---|
| <i>Pubmed</i>   | <p>((((("Young Adults" "Nerve Root Disorder" "Radicular pain" "Nerve trunk pain" "lumbar nerve root pain") OR (radicular pain[MeSH Terms])) OR (compressions, nerve root[MeSH Terms])) OR (compression, nerve root[MeSH Terms])) OR (inflammation, nerve root[MeSH Terms])) OR (radiculitis[MeSH Terms])) OR (radiculopathy[MeSH Terms])) OR (lumbar nerve root pain[MeSH Terms])</p> <p><b>AND</b></p> <p>((((((((((("rehabilitation" "conservative treatment" "conservative management" "physical therapy modalities" "physical therapies" "exercise" "Exercise Therapy" "dynamic exercise" "muscle stretching exercise") OR (rehabilitation[MeSH Terms])) OR (conservative treatment[MeSH Terms])) OR (exercise therapy[MeSH Terms])) OR (exercise therapies[MeSH Terms])) OR (modalities, physical therapy[MeSH Terms])) OR (modality, physical therapy[MeSH Terms])) OR (physiotherapy[MeSH Terms])) OR (exercise, muscle stretching[MeSH Terms])) OR (exercises, isometric[MeSH Terms])) OR (exercise, isometric[MeSH Terms])) OR (aerobic exercises[MeSH Terms]))</p> <p><b>AND</b></p> <p>((("Pain" "disability" "ache" "pain measurement" "quality of life" "increased functional") OR (pain[MeSH Terms])) OR (pain measurements[MeSH Terms])) OR (ache[MeSH Terms])) OR (quality of life[MeSH Terms])</p> <p><b>AND</b></p> <p>("validity"[Title/Abstract]) OR ("reliability"[Title/Abstract]) OR ("repeatability"[Title/Abstract])</p> |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <p><b>Chochrane<br/>Library</b></p> | <p>"Young adults" "young adult" "Lumbar Regions" "Lumbosacral"<br/> "Radiculopathy" "Radiculopathies" "Nerve Root Disorder" "Radiculitides"<br/> MeSH descriptor: [Young Adult] explode all trees OR MeSH descriptor:<br/> [Lumbosacral Region] explode all trees OR MeSH descriptor:<br/> [Radiculopathy] explode all trees</p> <p style="text-align: center;">AND</p> <p>"Exercise Therapies" "Rehabilitation Exercises" "Exercises, Physical"<br/> "Physical Activities"<br/> MeSH descriptor: [Exercise] explode all trees</p> <p style="text-align: center;">AND</p> <p>"Pain" "ache" "Musculoskeletal Pains" "Back Pain with Radiation" "Back<br/> Pain" "Nerve Pain" "Neuropathic Pain" "Back Ache" "disability"<br/> MeSH descriptor: [Back Pain] explode all trees OR MeSH descriptor:<br/> [Healthy Life Expectancy] explode all trees</p> <p style="text-align: center;">AND</p> <p>MeSH descriptor: [Reproducibility of Results]</p> |
|-------------------------------------|--|

**Tabella 1. Stringhe di Ricerca**

### **3.2. Selezione degli studi**

La prima scrematura è stata eseguita leggendo titoli ed abstract degli studi, quelli ritenuti pertinenti son stati sottoposti a ricerca e lettura del full text; a questi sono stati aggiunti RCT estrapolati dalla bibliografia di revisioni inerenti all'argomento. Dopo la lettura dei full text sono stati selezionati solo gli articoli che rispondevano ai criteri di eleggibilità. Per l'estrazione dei dati sono state compilate tabelle che riportano per ciascuno studio: patologia, intervento, campione, misure di outcome, risultati e follow up.

### **3.3 Criteri di eleggibilità**

Nella revisione sono stati inseriti studi che come principale intervento prevedono l'utilizzo dell'esercizio terapeutico per ridurre la sintomatologia provocata dal dolore radicolare lombare o dalla radicolopatia lombare.

Sono stati presi in considerazione esclusivamente RCT e revisioni sistematiche per valutare le migliori evidenze presenti attualmente in letteratura. Non sono stati posti limiti per quanto riguarda i tempi di pubblicazione, il setting degli studi o le tempistiche di follow up per poter prendere in considerazione un'ampia parte della letteratura esistente. Sono stati considerati studi in lingua inglese.

Per quanto riguarda la popolazione, sono stati valutati solo studi con soggetti con età pari o superiore ai 18 anni. Non essendoci una definizione univoca e condivisa di dolore radicolare e radicolopatia, nella terminologia utilizzata per la diagnosi sono stati presi in considerazione anche studi che riportano lumbar disk herniated, sciatica, lumbar radiculopathy , lumbar nerve root pain, neurophatic pain, lumbosacral syndrome, radicular pain e nerve trunk pain; gli studi con questo tipo di diagnosi sono stati presi in considerazione solo se riportavano una descrizione della sintomatologia dei pazienti.

Sono stati esclusi studi in cui i soggetti riportano sintomi radicolari che non sono causati dal sistema muscoloscheletrico come nei casi di mielopatia, neurinomi o metastasi vertebrali.

Di seguito l'elenco dei criteri di inclusione e di esclusione della revisione.

#### **3.3.1 Criteri di inclusione:**

- Tipologia degli studi : studio controllato randomizzato (RCT) e revisioni sistematiche
- Tipologia partecipanti : Il campione dei partecipanti inclusi avrà un età compresa tra i 18 e i 65 anni, senza distinzione di genere o etnia, con diagnosi di dolore radicolare lombare sia in assenza che in presenza di radicolopatia.
- Tipologia degli interventi : esercizio terapeutico
- Outcomes : dolore e disabilità
- Studi in lingua inglese

### **3.3.2 Criteri di esclusione:**

- Tipologia partecipanti : pazienti con dolore radicolare lombare o radicolopatia lombare non di origine muscolo-scheletrica
- Tipologia degli interventi : studi che non esplicitano la tipologia di esercizio terapeutico utilizzato o studi che combinano l'esercizio terapeutico ad altri interventi

### **3.4 Outcomes**

Gli outcomes che sono stati valutati riguardano il dolore e la disabilità.

Dolore : Visual Analogue Scale (VAS), Numeric Pain Rating Scale (NPRS) e Low Back Pain Rating Scale (RS);

Disabilità : Core Outcome Measures Index Back Pain (COMI), Roland Morris Disability Questionnaire (RDMQ) e Oswestry Disability Index (ODI).

### **3.5 Valutazione del rischio di bias**

Per ogni articolo selezionato per questa revisione è stata eseguita una valutazione del rischio di bias utilizzando lo strumento ROB 2.0 per gli RCT e AMSTAR 2 per le revisioni sistematiche. Questo strumento, originariamente progettato per la valutazione della qualità metodologica degli studi sull'accuratezza diagnostica, è stato adattato per valutare la completezza e il potenziale bias di tutti gli studi inclusi. Il ROB 2.0 è composto da sette domini e per ciascuna di queste aree vi è una serie di criteri per valutare la protezione da bias classificati come alti, bassi o poco chiari. L'AMSTAR 2 è costituito da 16 items per valutare l'affidabilità degli studi della revisione. Per ogni item le opzioni da prendere in considerazione sono SI, SI in parte e NO a seconda che rispettino o meno i criteri definiti dallo strumento stesso.

## 4. RISULTATI

### 4.1 Estrazione dei dati

La stringa di ricerca ha prodotto 219 risultati (153 su PubMed, 66 su Cochrane Library) che, in seguito alla rimozione dei duplicati, sono stati ridotti a 217. Dalla lettura dei titoli e dei rispettivi abstract sono stati esclusi 205 studi. Pertanto, sono stati ammessi alla fase di lettura 10 studi tra RCT e revisioni sistematiche che corrispondevano ai criteri di inclusione della tesi. Di seguito riporto flow chart che riassume in modo schematico il processo metodologico che ha portato alla selezione dei 10 studi tra RCT e revisioni sistematiche che sono state sottoposte a processo di revisione (figura 1).

#### Flow Chart

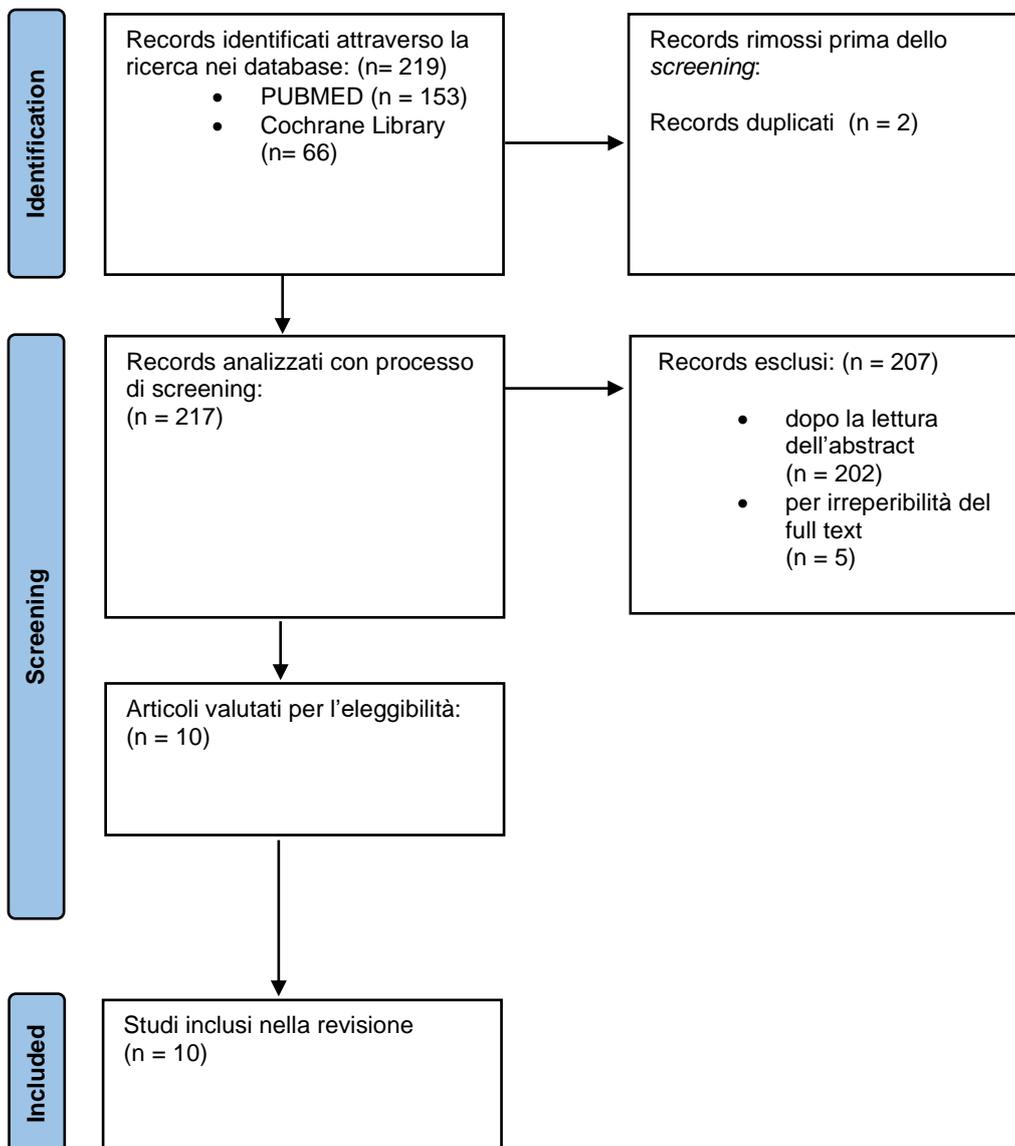


Figura 1. Flow chart

## 4.2. Caratteristiche degli studi

Dopo aver stabilito quali articoli includere in questa revisione, i dati di interesse sono stati estratti dai testi completi e riassunti nella tabella sinottica, riportata di seguito. Le caratteristiche e i risultati di ogni studio selezionato sono descritti in dettaglio nella Tabella 2 e fanno riferimento alla query PICO. Gli articoli sono presentati in ordine cronologico, secondo la data di pubblicazione. Per ogni articolo sono state riportate le seguenti caratteristiche: Titolo, Popolazione (suddivisa in Partecipanti, presentati con sesso, dati anagrafici e antropometrici), Intervento (descrizione del test esaminato, modalità di esecuzione e, se presenti, questionari self-report), Misure di Outcome, Risultati e Follow up.

| Titolo                       | Popolazione   | Intervento   | Misura di Outcome  | Risultati   | Follow up   |                          |
|------------------------------|---|--|--|---|---|--------------------------|
| Gustavo Plaza-Manzano et al. | 32 partecipanti uomini e donne di età compresa tra i 18 e 60 anni | <p><b>Gruppo A:</b> Esercizi di controllo motorio (Contrazioni isolate e/o combinate del trasverso dell'addome e dei multifido in posizione supina, prona e in quadrupedia 10 secondi per 10 ripetizioni).</p> <p><b>Gruppo B:</b> Tecniche di slinding (differenziazione strutturale SLR add+ intrarotazione anca 10 ripetizioni per 3 set) ed esercizi di controllo motorio uguali al gruppo precedente.</p> | <p>Pain intensity in the lower extremity (NPRS, 0-10)</p> <p>Motor Control</p> <p>Motor Control + NDS</p> <p>Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ, 0-24)</p> <p>Motor Control</p> <p>Motor Control + NDS</p> <p>Straight Leg Raise (degrees)</p> <p>Motor Control</p> <p>Motor Control + NDS</p> | <p>Baseline    After 4 sessions    After 8 sessions    After 2 months</p> <p>6.0 ± 1.4    4.7 ± 1.1    3.4 ± 0.9    3.2 ± 0.8</p> <p>5.9 ± 1.4    4.3 ± 1.0    2.5 ± 0.8    2.6 ± 0.8</p> <p>10.5 ± 2.6    8.2 ± 1.3    6.2 ± 1.2    5.9 ± 1.2</p> <p>11.2 ± 1.5    7.7 ± 1.5    5.6 ± 1.1    5.2 ± 1.4</p> <p>53.2 ± 10.4    58.9 ± 11.3    62.7 ± 12.7    63.1 ± 12.8</p> <p>55.2 ± 6.5    64.1 ± 11.2    73.9 ± 10.1    71.9 ± 9.8</p> | Entrambi i gruppi hanno ridotto il sintomo dolore ma non ci sono differenze significative tra loro. | 4, 8 settimane e 2 mesi. |

| Titolo            | Popolazione   | Intervento  | Misura di Outcome   | Risultati   | Follow up              |
|-------------------|---|---|---|---|------------------------|
| Snowdon M. et al. | 250 partecipanti, uomini e donne, maggiori di 18 anni | Tutti i partecipanti hanno subito un intervento di chirurgia alla colonna (microdiscectomia o discectomia). In tutti gli studi il gruppo sperimentale ha iniziato precocemente una fisioterapia precoce (1 - 15 gg post intervento) basata su esercizi di stretching, stabilizzazione e rinforzo della colonna e degli arti inf. ed è stato confrontato ad un non intervento o fisioterapia sham. | Rispetto a nessuna fisioterapia o a una fisioterapia sham in 4 studi con 205 partecipanti, c'è un'evidenza di livello moderato che la fisioterapia attiva precoce ha ridotto il dolore misurato a 12 settimane di una quantità moderata e significativa (SMD -0,38, 95%CI - 278 0,66 a -0,10). Le differenze nel dolore a favore del gruppo di fisioterapia attiva precoce sono rimaste significative a 12-18 mesi di follow-up (SMD -0,30,280 95%CI -0,59 a -0,02, 12 0%). | Riduzione del dolore al follow up delle 12 settimane statisticamente significativa mantenuta ai follow-up i 12 e 18 mesi per chi ha svolto fisioterapia precoce. Riduzione della disabilità ad un anno nello stesso gruppo. | 12 settimane e 12 mesi |

| Titolo          | Popolazione                        | Intervento  | Misura di Outcome         |               |               |               | Risultati     | Follow up |   |                |
|-----------------|------------------------------------|---|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|---|----------------|
| Sanei M. et al. | 52 uomini e donne tra i 20-55 anni | <p><b>Gruppo A:</b> tre manovre di manipolazione della regione glutea nella prima fase della tecnica (frizione dei tessuti profondi); Seconda fase: pettrissage profondo sottopopliteo; terza fase: manipolazione del polpaccio ed esercizi a casa.</p> <p><b>Gruppo B:</b> standing leg lift e Knee-to-chest stretch</p> | study group               | Variable      | Baseline      | Second        | Third         | p-value   | Entrambi i gruppi hanno visto ridursi notevolmente il dolore e la disabilità con una differenza significativa a favore del gruppo A rispetto al gruppo B. | 4, 8 settimane |
|                 |                                    |   | Exercise only (N=24)      | Radiculopathy | 5.84(± 2.97)  | 5.72(± 2.87)  | 5.64(± 3.04)  | 0.403     |   |                |
|                 |                                    |   |                           | Paresthesia   | 0.67(± 1.51)  | 0.62(± 1.51)  | 0.55(± 1.20)  | 0.476     |   |                |
|                 |                                    |   | Radpa and Exercise (N=24) | Radiculopathy | 11.67(± 4.03) | 11.08(± 3.87) | 10.87(± 3.76) | 0.002     |   |                |
|                 |                                    |   |                           | Paresthesia   | 6.36(± 3.12)  | 2.33(± 1.75)  | 2.51(± 1.91)  | <0.001    |   |                |
|                 |                                    |   | Roland-Morris             | 1.84(± 3.03)  | 0.39(± 0.72)  | 0.52(± 1.24)  | 0.009         |           |   |                |
| Roland-Morris   | 12.00(± 3.61)                      | 7.04(± 2.87)  | 7.42(± 3.22)              | <0.001        |               |               |               |           |   |                |

| Titolo             | Popolazione               | Intervento  | Misura di Outcome |        |           |               | Risultati      | Follow up |  |   |
|--------------------|---------------------------|---|-------------------|--------|-----------|---------------|----------------|-----------|--|---|
| Deniz Senol et al. | 89 Pazienti da 25-65 anni | <p><b>Gruppo A:</b> terapia convenzionale (TENS, Ultrasuono) 5 volte a settimana per 3 settimane;</p> <p><b>Gruppo B:</b> equilibrio su un piede con le braccia aperte sui fianchi in linea con il torace, dorsiflessione flessione plantare, esercizi di inversione-eversione sulla tavola di equilibrio con occhi aperti e occhi chiusi (EO, EC), esercizi di camminata su una superficie irregolare. 5 giorni a settimana per 3 settimane;</p> <p><b>Gruppo C:</b> sia terapia convenzionale che esercizi di propriocezione (5 volte a settimana per 3 settimane).</p> | study group       | Sex    | Variables | Pre-treatment | Post-treatment | p-value   | L'uso combinato di terapia convenzionale (fisica) ed esercizi propriocettivi è stato più efficace nel ridurre le differenze angolare nella propriocezione della caviglia e nel dolore radicolare lombare | / |
|                    |                           |   | CT group          | Male   | NPRS      | 7 (5-9)       | 4 (2-7)        | <0.001    |  |   |
|                    |                           |   | CT group          | Female | NPRS      | 7 (4-9)       | 4 (1-9)        | 0.029     |  |   |
|                    |                           |   | PE group          | Male   | NPRS      | 8 (4-10)      | 4 (0-8)        | <0.001    |  |   |
|                    |                           |   | PE group          | Female | NPRS      | 7 (4-10)      | 4 (0-10)       | <0.001    |  |   |
|                    |                           |   | CT&PE group       | Male   | NPRS      | 7 (4-10)      | 1 (0-5)        | <0.001    |  |   |
|                    |                           |   | CT&PE group       | Female | NPRS      | 7 (3-10)      | 1 (0-6)        | <0.001    |  |   |

| Titolo                 | Popolazione               | Intervento   | Misura di Outcome  |                          |                | Risultati                             | Follow up                |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|------------------------|---------------------------|--|--|--------------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------------------|-----------------|--|--|--|------------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------|------------|----|-------------------------|--|--|--|------------------|----------------|----------------|------|-----------------|---------|----------|----|-------------------------|--|--|--|------------------|----------------|----------------|----|-----------------|----------|---------|----|--|---------------------|
| Clause Manniche et al. | 90 Pazienti da 20-70 anni | <p><b>Gruppo A:</b> i pazienti sono stati trattati con impacco caldo, massaggio dei muscoli dorsali e glutei in combinazione con un programma di esercizi prevalentemente isometrici per la colonna lombare (10 ripetizioni); 8 sessioni distribuite in un mese;</p> <p><b>Gruppo B:</b> stessi esercizi del gruppo C solo ripetuti 20 volte;</p> <p><b>Gruppo C:</b> 3 esercizi di rinforzo della muscolatura paravertebrale; 50 ripetizioni per 2 serie per un tot di 30 sessioni in 3 mesi.</p> | <p><b>TABLE 3. Mean (Standard Deviation) Current Leg Pain and Median (25–75% Interquartile Range) Total Leg Pain Value at Baseline, End of Treatment, and at the Follow-up 1 Year After End of Treatment</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Symptom-Guided Exercises</th> <th>Sham Exercises</th> <th>Statistical Difference Between Groups</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><b>Baseline</b></td> </tr> <tr> <td>Current leg pain</td> <td>4.3 (SD = 2.3)</td> <td>4.5 (SD = 2.5)</td> <td>NS</td> </tr> <tr> <td>Total leg pain*</td> <td>18 (15–21)</td> <td>18 (12–21)</td> <td>NS</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>End of treatment</b></td> </tr> <tr> <td>Current leg pain</td> <td>1.5 (SD = 2.1)</td> <td>2.3 (SD = 2.7)</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>Total leg pain*</td> <td>4 (0–9)</td> <td>4 (0–12)</td> <td>NS</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>1-year follow-up</b></td> </tr> <tr> <td>Current leg pain</td> <td>1.5 (SD = 2.1)</td> <td>1.4 (SD = 2.4)</td> <td>NS</td> </tr> <tr> <td>Total leg pain*</td> <td>3 (0–10)</td> <td>2 (0–8)</td> <td>NS</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Total leg pain (0–30) = current leg pain value (0–10) + worst leg pain last 2 weeks (0–10) + average leg pain last 2 weeks (0–10).</p> |                          |                |                                       | Symptom-Guided Exercises | Sham Exercises | Statistical Difference Between Groups | <b>Baseline</b> |  |  |  | Current leg pain | 4.3 (SD = 2.3) | 4.5 (SD = 2.5) | NS | Total leg pain* | 18 (15–21) | 18 (12–21) | NS | <b>End of treatment</b> |  |  |  | Current leg pain | 1.5 (SD = 2.1) | 2.3 (SD = 2.7) | 0.06 | Total leg pain* | 4 (0–9) | 4 (0–12) | NS | <b>1-year follow-up</b> |  |  |  | Current leg pain | 1.5 (SD = 2.1) | 1.4 (SD = 2.4) | NS | Total leg pain* | 3 (0–10) | 2 (0–8) | NS | Il gruppo C ha ottenuto miglioramenti significativi, sia post trattamento che ai follow up per gli outcome: Dolore e disabilità. Un risultato simile, anche se meno pronunciato, è stato osservato nel gruppo B. | 8 sessione e 3 mesi |
|                        |                           |  |  | Symptom-Guided Exercises | Sham Exercises | Statistical Difference Between Groups |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | <b>Baseline</b>  |                          |                |                                       |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | Current leg pain   | 4.3 (SD = 2.3)           | 4.5 (SD = 2.5) | NS                                    |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | Total leg pain*  | 18 (15–21)               | 18 (12–21)     | NS                                    |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | <b>End of treatment</b>  |                          |                |                                       |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | Current leg pain   | 1.5 (SD = 2.1)           | 2.3 (SD = 2.7) | 0.06                                  |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | Total leg pain*  | 4 (0–9)                  | 4 (0–12)       | NS                                    |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | <b>1-year follow-up</b>  |                          |                |                                       |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
|                        |                           |  | Current leg pain   | 1.5 (SD = 2.1)           | 1.4 (SD = 2.4) | NS                                    |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |
| Total leg pain*        | 3 (0–10)                  | 2 (0–8)  | NS   |                          |                |                                       |                          |                |                                       |                 |  |  |  |                  |                |                |    |                 |            |            |    |                         |  |  |  |                  |                |                |      |                 |         |          |    |                         |  |  |  |                  |                |                |    |                 |          |         |    |  |                     |

| Titolo                 | Popolazione               | Intervento  | Misura di Outcome |            |            |            |            | Risultati  | Follow up   |                              |
|------------------------|---------------------------|---|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|------------------------------|
| Olav Frode Aure et al. | 49 Pazienti da 20-60 anni | <p><b>Gruppo A:</b> i pazienti sono stati sottoposti a stretching, esercizi di stabilizzazione, di coordinazione, di mobilizzazione dei distretti lombopelvico e arti inferiori. 45 minuti di training preceduti da 10 minuti di cyclette;</p> <p><b>Gruppo B:</b> i pazienti sono stati sottoposti a tecniche di terapia manuale quali: manipolazione giunzione toraco-lombare, mobilizzazione 3D in flessione dei segmenti T10-L5, mobilizzazione sacro-iliaca. stessi esercizi del gruppo A (2/3 set per 20/30 rip. durata trattamento: 45 minuti)</p> | Variable          | Pre        | Post       | 4wks       | 6 mos      | 12 mos     | Sono stati osservati miglioramenti significativi in termini di dolore, salute generale e disabilità funzionale in entrambi i gruppi; il gruppo B ha mostrato migliori risultati su tutti gli outcome di riferimento e si sono mantenuti stabili al follow up di un anno | 4 settimane, 6 mesi, 12 mesi |
|                        |                           |   | Pain MT           | 55 (48-62) | 22 (15-29) | 22 (15-30) | 22 (15-30) | 21 (17-28) |   |                              |
|                        |                           |   | Pain ET           | 54 (45-64) | 37 (26-47) | 39 (31-48) | 42 (32-52) | 35 (25-45) |   |                              |
|                        |                           |   | Oswestry MT       | 39 (34-43) | 18 (13-23) | 18 (13-22) | 16 (12-21) | 17 (12-22) |   |                              |
|                        |                           |   | Oswestry ET       | 39 (33-44) | 30 (26-35) | 30 (24-36) | 30 (24-36) | 26 (20-32) |   |                              |

| Titolo                      | Popolazione                    | Intervento   | Misura di Outcome                               |             |             | Risultati  | Follow up             |            |
|-----------------------------|--------------------------------|--|---|-------------|-------------|--|-----------------------|------------|
| Tom Arild Torstensen et al. | 208 Pazienti età media 40 anni | <p>Tutti i pazienti hanno ricevuto 36 trattamenti (3 sessioni/week per 12 weeks)</p> <p><b>Gruppo A:</b> esercizi autonomi (camminata per 1 ora per 3 volte a settimana, per 12 settimane)</p> <p><b>Gruppo B:</b> massaggio, stretching, elettroterapia</p> <p><b>Gruppo C:</b> solo esercizio (7/9 esercizi 2/3 set per 20/30 rip) distribuiti per migliorare le capacità aerobiche, mobilità e rinforzo della muscolatura addominale e lombare.</p> | Change in Pain Intensity VAS                    |             |             | Post trattamento, l'intensità del dolore e la disabilità sono significativamente ridotti nei gruppi B e C rispetto al gruppo A senza alcuna differenza tra il gruppo B e il gruppo C. Risultato mantenuto ad 1 anno di follow-up per disabilità ma non per dolore. | 12 settimane, 12 mesi |            |
|                             |                                |  |   | MET (n=71)  | CP (n=67)   |  |                       | SE (n=70)  |
|                             |                                |  | After treatment                                 | 27.8 (39.6) | 28.8 (40.5) |  |                       | 2.2 (40.5) |
|                             |                                |  | 1-year follow-up                                | 32.7 (36.6) | 29.2 (44.1) |  |                       | 2.9 (54.5) |
|                             |                                |  | Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire |             |             |  |                       |            |
|                             | MET (n=71)                     | CP (n=67)  | SE (n=70)                                       |             |             |  |                       |            |
| After treatment             | 46.2 (13.1)                    | 46.9 (13.1)  | 52.7 (16.6)                                     |             |             |  |                       |            |
| 1-year follow-up            | 44.1 (13.79)                   | 43.0 (12.9)  | 50.6 (16.6)                                     |             |             |  |                       |            |

| Titolo                | Popolazione               | Intervento  | Misura di Outcome   |             |             |              |         | Risultati   | Follow up               |
|-----------------------|---------------------------|---|---|-------------|-------------|--------------|---------|---|-------------------------|
| Andrew J Hahne et al. | 54 Pazienti da 18-65 anni | <p><b>Gruppo A:</b> trattamento funzionale individualizzato per 10 sessioni da 30 minuti per un periodo di 10 settimane, caratterizzato da esercizi di controllo motorio del pavimento pelvico, trasverso dell'addome e multifidi ed esercizi focalizzati su una corretta postura;</p> <p><b>Gruppo B:</b> I pazienti hanno ricevuto solo consigli per la gestione della problematica</p> | Effect of individualized functional restoration versus advice on clinically important changes |             |             |              |         | In entrambi i gruppi miglioramenti sul dolore e disabilità al follow-up delle 5, 10, 26, 52 settimane con differenze significative a favore del gruppo A ai suddetti follow-up. | 5, 10, 26, 52 settimane |
|                       |                           |   | outcome   | IFR         | N (%)       | Advice N (%) | p-value |   |                         |
|                       |                           |   | Reduced leg pain by at least 2/10 on the NRS from baseline                                    |             |             |              |         |   |                         |
|                       |                           |   | 5 weeks   | 19/28 (68%) | 8/26 (31%)  | 0.006        |         |   |                         |
|                       |                           |   | 10 weeks  | 22/28 (79%) | 13/26 (50%) | 0.03         |         |   |                         |
|                       |                           |   | 6 months  | 25/28 (89%) | 17/26 (65%) | 0.04         |         |   |                         |
|                       |                           |   | 12 months   | 17/28 (61%) | 17/25 (68%) | 0.38         |         |   |                         |
|                       |                           |   | Reduced back pain by at least 2/10 on the NRS from baseline                                   |             |             |              |         |   |                         |
|                       |                           |   | 5 weeks   | 16/28 (57%) | 13/26 (50%) | 0.60         |         |   |                         |
|                       |                           |   | 10 weeks  | 18/28 (64%) | 11/26 (42%) | 0.11         |         |   |                         |
|                       |                           |   | 6 months  | 18/28 (64%) | 9/26 (35%)  | 0.03         |         |   |                         |
|                       |                           |   | 12 months   | 17/28 (61%) | 12/25 (48%) | 0.35         |         |   |                         |
|                       |                           |   | Reduced Oswestry score by at least 10/100 points from baseline                                |             |             |              |         |   |                         |
| 5 weeks               | 15/28 (54%)               | 12/26 (46%)   | 0.79  |             |             |              |         |   |                         |
| 10 weeks              | 21/28 (75%)               | 11/26 (42%)   | 0.02  |             |             |              |         |   |                         |
| 6 months              | 23/28 (82%)               | 15/26 (58%)   | 0.49  |             |             |              |         |   |                         |
| 12 months             | 22/28 (79%)               | 13/25 (52%)   | 0.04  |             |             |              |         |   |                         |

| Titolo                 | Popolazione                | Intervento   | Misura di Outcome  | Risultati  | Follow up            |
|------------------------|----------------------------|--|--|--|----------------------|
| Hanne B. Albert et al. | 181 Pazienti da 18-65 anni | <p><b>Gruppo A:</b> "esercizi sintomoguidati" attraverso l'utilizzo di un lavoro incentrato sul rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'addome (trasverso) ed estensori della colonna (multifido).</p> <p><b>Gruppo B:</b> esercizi opzionali, non legati alla schiena, a basso dosaggio per simulare un aumento della circolazione sanguigna</p> | <p><b>Fig. 3. Pain and disability: group C± training at 1-year follow-up. The influence of continued intensive exercises on improvement in the dimensions "pain" and "disability."</b></p> | <p>Il gruppo A è migliorato significativamente di più per quanto riguarda il miglioramento globale, assenze per malattia, segni di compressione radicolare e soddisfazione dei pazienti. Ricontrata solo a fine trattamento una differenza al limite della significatività per il dolore agli arti inferiori nel gruppo A.</p> | 8 settimane, 12 mesi |

| Titolo            | Popolazione                           | Intervento   | Misura di Outcome   | Risultati | Follow up                        |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
|-------------------|---------------------------------------|--|---|-----------|----------------------------------|--|--|----------|--------|--------|----------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|-------------|--|---------------------------------------|--|--|----------|--------|--------|----------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|-------------|---|-------------|
| Kendall KD et al. | 80 Pazienti da 18-65 anni             | <p><b>Gruppo A:</b> programma di esercizi per il controllo motorio di contrazione della muscolatura addominale (trasverso), dei multifido e del pavimento pelvico con progressione funzionale.</p> <p><b>Gruppo B:</b> programma di esercizi per il controllo motorio, con una progressione di esercizi per il rinforzo dell'anca a catena cinetica aperta e chiusa.</p> | <p>Primary outcome measures</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Group One (Lumbopelvic exercise)</th> </tr> <tr> <th>Baseline</th> <th>6 week</th> <th>Change</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pain intensity</td> <td>57 (54,61)</td> <td>37 (31,41)</td> <td>-21 (-26,-16)</td> </tr> <tr> <td>Disability</td> <td>22 (19,24)</td> <td>14 (11,17)</td> <td>-8 (-10,-5)</td> </tr> </tbody> </table><br><table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Group Two (Lumbopelvic+ hip exercise)</th> </tr> <tr> <th>Baseline</th> <th>6 week</th> <th>Change</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pain intensity</td> <td>55 (51,58)</td> <td>30 (24,36)</td> <td>-25 (-31,-19)</td> </tr> <tr> <td>Disability</td> <td>20 (17,23)</td> <td>12 (10,14)</td> <td>-8 (-10,-5)</td> </tr> </tbody> </table> |           | Group One (Lumbopelvic exercise) |  |  | Baseline | 6 week | Change | Pain intensity | 57 (54,61) | 37 (31,41) | -21 (-26,-16) | Disability | 22 (19,24) | 14 (11,17) | -8 (-10,-5) |  | Group Two (Lumbopelvic+ hip exercise) |  |  | Baseline | 6 week | Change | Pain intensity | 55 (51,58) | 30 (24,36) | -25 (-31,-19) | Disability | 20 (17,23) | 12 (10,14) | -8 (-10,-5) | <p>I risultati indicano che la giunta di esercizi per il rinforzo specifico dell'anca non migliora in modo significativo il trattamento del dolore e della disabilità. Sebbene i risultati dello studio non suggeriscono alcuna differenza tra i due programmi di esercizio, i programmi combinati hanno riportato riduzioni clinicamente significative del dolore.</p> | 6 settimane |
|                   | Group One (Lumbopelvic exercise)      |  |   |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
|                   | Baseline                              | 6 week   | Change  |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
| Pain intensity    | 57 (54,61)                            | 37 (31,41)   | -21 (-26,-16)   |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
| Disability        | 22 (19,24)                            | 14 (11,17)   | -8 (-10,-5)   |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
|                   | Group Two (Lumbopelvic+ hip exercise) |  |   |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
|                   | Baseline                              | 6 week   | Change  |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
| Pain intensity    | 55 (51,58)                            | 30 (24,36)   | -25 (-31,-19)   |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |
| Disability        | 20 (17,23)                            | 12 (10,14)   | -8 (-10,-5)   |           |                                  |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |  |                                       |  |  |          |        |        |                |            |            |               |            |            |            |             |   |             |

**Tabella 2. Tabella sinottica degli studi**

### **4.3 Sintesi dei risultati**

Gli articoli inclusi hanno preso in considerazione un periodo compreso tra il 1991 e il 2021, mentre il tipo di studi riguardano esclusivamente studi sperimentali (RCT) ed una revisione sistematica. Tutti gli studi hanno analizzato una popolazione composta da soggetti sani che vanno da atleti di livello elitario ad adulti anziani, fisicamente inattivi. Considerando la totalità degli articoli inclusi, la popolazione che è stata esaminata è composta da 1100 soggetti divisi tra uomini e donne con diagnosi di Low Back Pain e sintomi radicolari o sindromi radicolari lombari. L'età della popolazione considerata variava dai 18 ai 65 anni. Ogni articolo ha soddisfatto i criteri di inclusione ed esclusione per questa revisione: ogni partecipante era esente da lesioni e patologie e non aveva indicazione per interventi chirurgici che potessero interferire con le procedure di analisi. I soggetti sono stati selezionati per convenienza da strutture sanitarie, comunità ed in una minor quantità reclutati tramite indagini telefoniche. Gli studi che hanno valutato l'esercizio terapeutico in associazione ad altri interventi sono stati esclusi perché l'obiettivo di questa revisione è stato quello di identificare l'efficacia di questo unico intervento nella pratica clinica. Tutti gli studi presi in esame dalla revisione hanno indagato il dolore e la disabilità, secondo gli outcome di riferimento, eccezion fatta per un unico articolo (10) che non include la disabilità come outcome.

#### **4.3.1 Confronto con Terapia Manuale**

Per l'outcome dolore tutti gli studi hanno riportato un miglioramento nei soggetti sottoposti ad esercizio terapeutico, di qualunque tipologia esso sia. Negli studi in cui l'esercizio terapeutico veniva confrontato a TM non sembrano esserci differenze nell'andamento dell'outcome, tuttavia la combinazione dei due approcci è risultata essere la soluzione migliore per la gestione del dolore.

Il trial di Gustavo Plaza-Mantano et al. (12) della durata di 4 settimane ha valutato due gruppi di pazienti tramite la NPRS e la RDMQ. Il gruppo A (n= 16) ha ricevuto esercizi di controllo motorio (Contrazioni isolate e/o combinate del trasverso dell'addome e dei multifido in posizione supina, prona e in quadrupedia per 10 secondi e per un totale di 10 ripetizioni) mentre al gruppo B (n= 16) sono state somministrate tecniche di neurodinamica (differenziazione

strutturale SLR add+ intrarotazione anca 10 ripetizioni per 3 serie) ed esercizi di controllo motorio uguali al gruppo precedente. Entrambi i gruppi hanno avuto dei miglioramenti per quanto riguarda NPRS e RMDQ ma senza differenze statisticamente significative tra loro.

Nel recente trial di Sanei M. et al. (13) della durata di 4 settimane è stato invece confrontato l'esercizio terapeutico con una nuova metodica di trattamento manuale persiana, tecnica Fateh. Il gruppo A (n= 26) ha ricevuto per una durata di 16 minuti per 4 volte a settimana tre manovre di manipolazione della regione glutea nella prima fase della tecnica (frizione dei tessuti profondi), nella seconda fase petrissage profondo sottopopliteo e nella terza fase manipolazione del polpaccio. A questo stesso gruppo è stato richiesto di svolgere esercizi a casa non specifici tra le sessioni di trattamento. Il gruppo B (n = 26) ha svolto solo due esercizi a casa per quattro volte a settimana. Nello specifico gli esercizi erano standing leg lift e knee-to-chest stretch e dovevano essere ripetuti 3 volte al giorno con una posologia totale di 3 serie per 10 ripetizioni per arto. Entrambi i gruppi hanno visto ridursi notevolmente il dolore e la disabilità con una differenza significativa a favore del gruppo A rispetto al B su tutti i parametri di outcome.

Nel trial di Olav Frode Aure et al. (17) della durata di 2 mesi sono stati confrontati due gruppi che, come nei trial precedenti di Gustavo Plaza-Mantano et al (12) e di Sanei M. et al. (13), sono stati sottoposti esclusivamente ad esercizio terapeutico e l'altro ad un approccio combinato di tecniche di terapia manuale ed esercizio terapeutico. Entrando nel dettaglio, sono stati esaminati 49 soggetti divisi in due gruppi, tutti sottoposti a 16 trattamenti (2 volte a settimana per 8 settimane), ciascuno della durata di 45 minuti. Gruppo A (n=22) è stato sottoposto ad esercizi di stretching, esercizi di coordinazione, rinforzo e mobilizzazione dei distretti lombopelvico e arti inferiori per un totale di 45 minuti di training preceduti da 10 minuti di cyclette. Gruppo B (n=27) sottoposto a tecniche di TM quali: manipolazione giunzione toraco-lombare, mobilizzazione 3D in flessione dei segmenti T10-L5, mobilizzazione sacro-iliaca e gli stessi esercizi del gruppo A. Sono stati osservati miglioramenti significativi in termini di dolore, salute generale e disabilità in entrambi i gruppi; il gruppo B ha mostrato risultati superiori su tutti gli outcome di riferimento anche al follow up di 1 anno.

### **4.3.2 Confronto con Esercizio Terapeutico**

In due diversi studi (14,16) si è cercato di confrontare quale tipologia di esercizio terapeutico potesse essere più efficace nella gestione di questi pazienti con dolore radicolare lombare.

Nel trial di Hanne B. Albert et al. (14) della durata di 8 settimane (con un minimo di 4 trattamenti ed un massimo di 8 trattamenti) sono stati confrontati un gruppo con esercizio terapeutico sintomo guidato e specifico per la colonna lombare con un gruppo sottoposto ad esercizi sham. Nel dettaglio, 181 pazienti sono stati suddivisi in due gruppi. Gruppo A (n=85) sottoposto ad "esercizi sintomo-guidati" attraverso l'utilizzo di un lavoro incentrato sul rinforzo dei muscoli stabilizzatori dell'addome (trasverso) ed estensori della colonna (multifido). Gruppo B (n=96) sottoposto ad esercizi opzionali, non legati alla schiena, a basso dosaggio per simulare un aumento della circolazione sanguigna. I risultati hanno mostrato che il gruppo A è migliorato maggiormente del gruppo B nel miglioramento globale, assenze per malattia e segni di compressione radicolare. Alla fine del trattamento è stata riscontrata una differenza al limite della significatività per dolore agli arti inferiori nel gruppo A.

Kendall KD et al. (16) hanno valutato in un trattamento di 6 settimane (6 sessioni di trattamento) l'efficacia di una combinazione di esercizi specifici per la colonna lombare e di esercizi per il rinforzo muscolare dell'anca nella gestione dei pazienti con dolore radicolare lombare. 80 pazienti sono stati divisi egualmente in due gruppi. Al gruppo A (n=40) sono stati proposti esercizi per il controllo motorio di contrazione della muscolatura addominale (trasverso), dei multifidi e del pavimento pelvico con progressione funzionale mentre al gruppo B (n=40) esercizi per il controllo motorio, con una progressione di esercizi per il rinforzo dell'anca a catena cinetica aperta e chiusa. I risultati hanno evidenziato che l'aggiunta di esercizi per il rinforzo dell'anca non migliora in modo significativo il dolore e la disabilità. I programmi combinati tra loro hanno riportato una riduzione del dolore.

### 4.3.3 Confronto con Terapia Convenzionale

Il confronto dell'esercizio terapeutico con la terapia convenzionale (terapie fisiche e massaggio) è stato preso in considerazione in tre studi (10,18,19) , dimostrando che l'esercizio terapeutico ha una maggiore efficacia nel trattamento del dolore radicolare lombare e che l'utilizzo della terapia convenzionale ha una sua validità solo se associata all'esercizio.

Nel trial Deniz Senol et al. (10) della durata di 3 settimane sono stati confrontati 3 gruppi : esercizio terapeutico, terapie convenzionali ed un approccio combinato dei due precedentemente elencati. Nello specifico, sono stati reclutati 89 pazienti che hanno seguito un piano di trattamento di una volta al giorno per cinque giorni alla settimana. Il gruppo A (n=27) è stato sottoposto esclusivamente a terapie fisiche quali TENS (20 min), impacco caldo (20 min) e Ultrasuoni (10 min). Il gruppo B (n=31) ha svolto esercizi di equilibrio e propriocezione dell'arto inferiore preceduti da 5 minuti di riscaldamento e seguiti da 5 minuti di defaticamento. Il gruppo C (n=31) si è sottoposto ad entrambi i protocolli. L'uso combinato di terapia convenzionale (terapia fisica) ed esercizi propriocettivi è stato più efficace nel ridurre le differenze angolare nella propriocezione della caviglia e nel dolore radicolare lombare.

Claus Manniche et al. (18) nel loro trial della durata di 3 mesi hanno confrontato terapie convenzionali ed esercizio terapeutico. 90 pazienti sono stati divisi in 3 gruppi per un programma di trattamento di 30 sedute nell'arco di 3 mesi. Il gruppo A (n=32) ha ricevuto come trattamento : impacco caldo (15 min), massaggio delle aree di tenderness della regione lombopelvica e un programma di esercizi prevalentemente isometrici per la colonna lombare (2 serie da 10 ripetizioni) per un totale di 8 sessioni distribuite in un mese; il gruppo B (n=31) ha svolto 1/5 delle ripetizioni degli esercizi di rinforzo della muscolatura lombare svolti dal gruppo C per un totale di 30 sedute in un periodo di 3 mesi, con 3 sedute di allenamento a settimana per il primo mese e 2 a settimana per i successivi 2 mesi; il gruppo C (n=27) durante lo stesso periodo di trattamento del gruppo B ha svolto 100 ripetizioni per ogni esercizio di rinforzo della muscolatura lombare (trunk lifting, leg lifting e pull to neck). Il gruppo C ha ottenuto miglioramenti significativi sia post trattamento che ai follow up per gli outcome: dolore e disabilità. Un risultato simile, anche se meno pronunciato, è stato osservato nel gruppo B.

Anche nel trial di Tom Arild Torstensten et al. (19) della durata di 12 settimane è stato fatto un confronto tra esercizio terapeutico e le terapie convenzionali. I 208 pazienti inclusi sono stati suddivisi in 3 gruppi. Nel gruppo A (n=70) i soggetti hanno solo camminato 1 ora al giorno, 3 volte a settimana, per un totale di 12 settimane. Nel gruppo B (n=67) i soggetti si sono sottoposti a massaggio, elettroterapia e stretching mentre nel gruppo C (n=71) hanno svolto solo esercizi (2/3 serie da 20/30 ripetizioni) distribuiti per migliorare le capacità aerobiche, mobilità e rinforzo della muscolatura addominale e lombare.

Post trattamento, l'intensità del dolore e la disabilità sono significativamente ridotti nei gruppi B e C rispetto al gruppo A senza alcuna differenza tra il gruppo B e il gruppo C. Risultato mantenuto ad un 1 anno di follow up per disabilità ma non per dolore.

#### **4.3.4 Esercizio terapeutico o rimanere attivi?**

E' stato preso in considerazione nel trial di Andrew J. Hahne et al. (20) della durata di 10 settimane il confronto tra esercizio terapeutico e dei semplici consigli per una gestione ergonomica della problematica, tra cui il rimanere attivi. Nel dettaglio, nello studio sono stati reclutati 54 pazienti divisi in due gruppi. Il gruppo A (n=28) ha ricevuto un trattamento funzionale individualizzato per 10 sessioni da 30 minuti ciascuna per un periodo totale di 10 settimane, caratterizzato da esercizi di controllo motorio del pavimento pelvico, trasverso dell'addome e multifidi ed esercizi focalizzati su una corretta postura. Nel gruppo B (n=26) hanno ricevuto 2 sessioni di consulenza dalla durata di 30 minuti somministrate da un fisioterapista nell'arco di 10 settimane. Questo comprendeva una spiegazione della fonte patoanatomica ipotizzata del dolore del partecipante, rassicurazione sulla probabile prognosi favorevole della loro condizione, consigli di rimanere attivi e istruzioni sulla corretta tecnica per sollevarsi. In entrambi i gruppi si sono verificati dei miglioramenti sul dolore e sulla disabilità al follow-up delle 10 settimane ed a 1 anno con differenze statisticamente significative a favore del gruppo A tra i due gruppi.

#### **4.3.5 Esercizio terapeutico nel post chirurgico**

Nel paragrafo del trattamento del dolore radicolare sono state definite le indicazioni per prendere in considerazione il trattamento chirurgico come risoluzione al dolore radicolare lombare. Nella revisione sistematica di Snodow et al. (15) sono stati presi in considerazione 4 RCT che indagano sull'efficacia dell'esercizio terapeutico in una popolazione post chirurgica di ernia discale lombare (microdiscectomia o discectomia).

Entrando nel particolare, nella totalità degli studi i soggetti presi in considerazione sono 250 che per rientrare nei criteri di inclusione dovevano essere tutti sottoposti ad intervento chirurgico. In tutti gli studi il gruppo sperimentale ha iniziato una fisioterapia precoce (1-15 gg post intervento) basata su esercizi di stretching, stabilizzazione e rinforzo della colonna e degli arti inferiori ed è stato confrontato ad un non intervento o fisioterapia sham. L'obiettivo della revisione di Snodow et al. (15) non era solo di dimostrare che l'intervento fisioterapico precoce era possibile ed efficace rispetto alle restrizioni tipicamente imposte dai chirurghi (6 settimane) ma anche che l'esercizio terapeutico avrebbe aiutato i soggetti a ridurre dolore e disabilità rispetto a coloro che non avrebbero fatto nulla o fisioterapia sham.

I risultati della revisione hanno ampiamente confermato le aspettative degli autori e nello specifico si è dimostrata una riduzione statisticamente significativa del dolore al follow up delle 12 settimane mantenuta ai follow up di 12 e 18 mesi per chi ha svolto fisioterapia precoce. Inoltre anche la disabilità ha avuto una riduzione ad 1 anno in coloro che si sottoponevano al programma di fisioterapia precoce.

#### **4.4 Analisi metodologica degli studi inclusi**

La valutazione del rischio di bias degli RCT inclusi è riassunta nella Tabella 3, che mostra il punteggio per ogni voce dei 7 domini dello strumento Rob 2.0. In particolare, le valutazioni complessive sono costituite dal totale dei punteggi dei domini: gli studi sono stati classificati come ad ALTO, BASSO o INCOMPLETO rischio di bias.

Dall'analisi e dall'interpretazione del rating complessivo degli RCT, è risultato che 2 studi (18, 19) hanno un rischio di bias non chiaro, 2 studi (10,13) hanno un rischio di bias alto e 5 studi (10,12,14,16,17) hanno un rischio di bias basso. Approfondendo nel dettaglio ogni dominio, è emerso che, per la selezione dei pazienti, tutti gli studi hanno ottenuto un basso rischio di bias. Per quanto riguarda il dominio dell'assegnazione nei gruppi della popolazione 7 studi (10,12, 14,16,17) hanno presentato un basso rischio di bias mentre 2 studi (18,19) presentano un rischio di bias non chiaro. Per quanto riguarda il terzo dominio che indaga sull'aver riportato correttamente i risultati di riferimento, 2 degli articoli selezionati (13,18) hanno riportato un alto rischio di bias; 6 studi (10,12,14,16,17,19) hanno riportato un basso rischio di bias mentre l'articolo 21 è l'unico che presentava un rischio di bias non chiaro. Il quarto dominio è caratterizzante di ogni studio in quanto richiede a colui che indice la valutazione qualitativa degli studi la descrizione di altre fonti di rischio di bias. I risultati sono mostrati in tabella. Il quinto dominio del Rob 2.0 indaga sulla consapevolezza della popolazione relativamente sul tipo di intervento a cui vengono assegnati. 8 studi su 9 (10,12,13,14,16,17,18,19) rispettavano adeguatamente il criterio di basso rischio di bias, a differenza dell'articolo 21 che presentava un alto rischio di bias. Valutando il sesto dominio, relativo alla conoscenza del clinico dell'intervento ricevuto dai pazienti, 6 studi (10,12,16,17,18,19) hanno riportato un basso rischio di bias mentre 3 studi (13,14,20) sono risultati essere ad alto rischio di bias. L'ultimo dominio indaga sulla mancanza di dati relativi alle misure di outcome e la sua analisi ha riportato che 7 studi (12,13,14,16,17,18,20) presentavano un basso rischio di bias, 1 studio (10) non chiaro e 1 studio (19) alto rischio.

| Article                             | Random sequence generation | Allocation concealment | Selective reporting | Other sources of bias  | Blinding of participants and personnel | Blinding of outcome assessment | Incomplete outcome data |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|--|--|--------------------------------|-------------------------|
| Gustavo Plaza-Mantano et al. (2020) |                            |                        |                     | campione piccolo / mancanza di follow up a lungo termine                   |  |                                |                         |
| Sanei M. et al. (2020)              |                            |                        |                     | confronto con intervento non specifico                                     |  |                                |                         |
| Deniz Senol et al. (2021)           |                            |                        |                     | limitazioni dei risultati per le difficoltà nell'effettuare le misurazioni |  |                                |                         |
| Claus Manniche et al. (1991)        |                            |                        |                     | risultati follow up ad un anno alterati                                    |  |                                |                         |
| Olav Frode Aure et al. (2003)       |                            |                        |                     | /  |  |                                |                         |
| Tom Arild Torstensten et al. (1998) |                            |                        |                     | campione limitato  |  |                                |                         |
| Andrew J. Hahne et al. (2016)       |                            |                        |                     | confronto con intervento non specifico                                     |  |                                |                         |
| Hanne B. Albert et al. (2012)       |                            |                        |                     | campione limitato  |  |                                |                         |
| Kendall KD et al. (2014)            |                            |                        |                     | /  |  |                                |                         |



Basso Rischio di Bias



Alto Rischio di Bias



Incompleto

**Tabella 3. Analisi metodologica degli RCT**

L'analisi metodologica dell'unica revisione sistematica (15) che ha rispettato i criteri di inclusione di questo studio è stata eseguita tramite lo strumento AMSTAR 2. Questo strumento include 16 items che valutano globalmente l'affidabilità dei risultati della revisione.

Gli items che vengono descritti come critici dallo strumento stesso sono :

- la Registrazione del protocollo prima di avviare la RS (item 2);
- Conduzione di una ricerca bibliografica esaustiva (item 4);
- Descrizione delle motivazioni per l'esclusione dei singoli studi (item 7);
- Inclusione nella RS del RoB dei singoli studi (item 9);
- Utilizzo di metodi appropriati di meta-analisi (item 11);
- Considerazione del RoB nell'interpretazione dei risultati della RS (item 13);
- Valutazione della presenza e del potenziale impatto del bias di pubblicazione (item 15).

Dall'analisi metodologica della revisione di Snodow et al. (15) emerge che sono stati soddisfatti la maggior parte dei criteri richiesti. Non sono stati presi in considerazione NRSI motivo per il quale la valutazione dei criteri Comprehensive search e Risk of bias è stata valutata SI in parte. Non sono state riportate le fonti di finanziamento pertanto il criterio Funding è stato valutato negativamente (NO).

L'analisi di questi items e di tutti quelli che compongono l'AMSTAR 2 sono visibili nella tabella riportata in seguito (Tabella 4).

|                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| <b>Question and inclusion</b>         | <b>SI</b>                |
| <b>Protocol</b>                       | <b>SI</b>                |
| <b>Study design</b>                   | <b>SI (Solo RCT)</b>     |
| <b>Comprehensive search</b>           | <b>SI in parte</b>       |
| <b>Study selection</b>                | <b>SI</b>                |
| <b>Data extraction</b>                | <b>SI</b>                |
| <b>Excluded studies justification</b> | <b>SI</b>                |
| <b>Included studies details</b>       | <b>SI</b>                |
| <b>Risk of bias Rob</b>               | <b>SI in parte (RCT)</b> |
| <b>Funding searches</b>               | <b>NO</b>                |
| <b>Statistical methods</b>            | <b>SI (Solo RCT)</b>     |
| <b>Rob on meta-analysis</b>           | <b>SI</b>                |
| <b>Rob in individual studies</b>      | <b>SI</b>                |
| <b>Explanation for heterogeneity</b>  | <b>SI</b>                |
| <b>Publication bias</b>               | <b>SI</b>                |
| <b>Conflict of interest</b>           | <b>SI</b>                |

**Tabella 4. Analisi metodologica della revisione sistematica**

## 5. Discussione

La presente revisione si è posta l'obiettivo di valutare l'efficacia dell'esercizio terapeutico nel ridurre il dolore e la disabilità in pazienti giovani affetti da dolore radicolare lombare. Inizialmente l'obiettivo di questa revisione era quello di indagare il dolore radicolare lombare in una popolazione prettamente giovanile (età non superiore ai 35 anni) ma la mancanza di letteratura a supporto e l'eterogeneità della popolazione affetta da questo sintomo ha modificato i criteri di inclusione della popolazione presa in esame (età compresa tra i 18 anni e i 65 anni). La varietà della popolazione analizzata da un lato rappresenta un limite per l'interpretazione dei risultati di questa ricerca, ma dall'altro riflette l'eterogeneità dei pazienti che si incontrano comunemente nei contesti riabilitativi, in particolare nell'area muscoloscheletrica.

Come è stato detto nel paragrafo dedicato al trattamento del dolore radicolare lombare, la letteratura attuale sembra essere concorde nell'individuare come trattamento di elezione per questo tipo di condizione clinica, nei gradi lieve e moderato, l'approccio conservativo (12,14). L'approccio chirurgico dovrebbe essere consigliato solo a chi presenta sintomi severi o non trae beneficio dal trattamento conservativo (14). Ad avvalorare l'importanza dell'esercizio terapeutico, ci viene incontro la revisione di Snodow et al. (15) che dimostra come, anche in un contesto non conservativo, l'intervento fisioterapico precoce, caratterizzato interamente dall'esercizio, sia fondamentale non solo per guidare i chirurghi a suggerire ai pazienti la fisioterapia post operatoria ma anche nel ridurre dolore e disabilità.

Sebbene in letteratura siano presenti molti studi in cui l'esercizio terapeutico è inserito all'interno di un trattamento multimodale, in questa revisione vengono presi in considerazione solo studi che pongono l'esercizio terapeutico come unico intervento. Considerando gli articoli inclusi in questa revisione, i risultati emersi risentono dell'eterogeneità della popolazione osservata, delle caratteristiche dei diversi tipi di intervento e delle misure di esito. Pertanto, le evidenze descritte devono essere interpretate tenendo conto di queste specificità.

Pur prendendo in considerazione che secondo la letteratura scientifica attuale, l'esercizio terapeutico si dimostra efficace per quanto riguarda la riduzione di dolore e disabilità, è importante evidenziare che ci sono ancora molte difficoltà nel trarre dati conclusivi a riguardo.

I punti critici emersi dall'analisi degli studi presi in esame risultano essere:

- La mancanza di una definizione univoca di dolore radicolare lombare e ciò determina il rischio di includere popolazioni con altre manifestazioni sintomatologiche come il dolore somatico riferito. Identificare correttamente la popolazione con dolore radicolare lombare potrebbe facilitare la ricerca di studi con campioni adeguati.
- La letteratura esistente presenta scarsità di RTC ben sviluppati che chiariscano gli effetti dell'esercizio terapeutico sul dolore radicolare lombare. I trial clinici disponibili hanno campioni ridotti, utilizzano trattamenti diversi o combinati con altri e ciò riduce la possibilità di ricavare dati esclusivi riguardo l'esercizio terapeutico.
- L'eterogeneità tra gli studi sembra essere la ragione per la quale non possiamo definire quale tipo di intervento sia più efficace in uno specifico gruppo di pazienti.

In questa revisione sono stati inclusi solo gli studi che prendevano in considerazione pazienti affetti da dolore radicolare lombare sia in presenza che in assenza di radicolopatia. Nella distinzione tra coloro che presentavano radicolopatia e coloro che invece avevano solo dolore radicolare lombare, sono state riscontrate difficoltà soprattutto perché molti studi non specificavano come veniva eseguita la valutazione neurologica del paziente.

Nella maggior parte degli studi mancano delle specifiche anche sul trattamento del dolore radicolare e sulla tipologia d'approccio da utilizzare. In ambito clinico sembra ci sia un consenso generale su un approccio individualizzato sintomo guidato nella gestione di questa problematica, soprattutto nelle prime fasi. Ad indagare questo aspetto è stato nello specifico il trial di Andrew J. Hahne et al. (20) nel quale un gruppo è stato sottoposto ad un intervento di esercizio terapeutico personalizzato ed un altro invece ha ricevuto solo raccomandazioni.

I risultati hanno lasciato spazio a delle riflessioni perché, nonostante sia vero che entrambi i gruppi hanno ottenuto dei miglioramenti sugli outcome dolore e disabilità, il gruppo sottoposto

ad intervento individualizzato ha ottenuto una differenza statisticamente significativa rispetto all'altro gruppo di studio negli outcomes di riferimento.

Un'altra analisi che è emersa dalla sintesi dei risultati degli studi (12,13,17) è che non essendovi un confronto diretto tra l'esercizio terapeutico e la terapia manuale, risulta impossibile definire quale dei due approcci abbia maggiore efficacia nella gestione del dolore radicolare lombare.

I risultati hanno evidenziato che l'intervento mediante esercizio terapeutico determina miglioramenti nell'outcome dolore sia post trattamento che ai follow up e suggeriscono che l'aggiunta della terapia manuale possa rafforzare questo successo terapeutico.

Nonostante sia stata verificata l'efficacia dell'esercizio terapeutico nella gestione di questa problematica, rimangono delle perplessità circa le specifiche dello stesso. Nessuno studio indaga sulla posologia e tipologia di esercizio adatti a questa condizione clinica. Sembra che i soggetti con dolore radicolare lombare rispondano in modo simile all'esercizio fisico, indipendentemente dal tipo. Due studi analizzati in questa revisione possono avvalorare questa tesi.

Gli studi in questione (10,16) hanno provato a dimostrare l'efficacia di un intervento specifico di esercizio in gruppi a cui venivano comunque somministrati esercizi per la colonna lombare. Uno studio (16) ha provato a dimostrare l'aggiunta di un programma di rinforzo dell'anca ad esercizi specifici per la colonna mentre l'altro (10) ha provato a dimostrare l'efficacia di un intervento propriocettivo della caviglia combinato ad esercizi per il distretto lombare. In entrambi i casi le attese non sono state soddisfatte del tutto ma questo potrebbe essere spiegato dagli importanti limiti dei singoli studi.

## **5.1 Limiti**

In questa revisione vanno riconosciuti alcuni limiti metodologici. Innanzitutto, l'eterogeneità della popolazione di studio non ha permesso un confronto adeguato tra gli articoli inclusi. Un altro fattore relativo alla popolazione che può influenzare i risultati di alcuni studi è l'inadeguata dimensione del campione: la maggior parte degli studi selezionati valuta l'esercizio terapeutico in piccoli gruppi di partecipanti e la loro validità è quindi limitata. Inoltre, gli studi differiscono per alcune caratteristiche dell'intervento esaminato e per l'esito osservato.

## **6. Conclusioni**

Dai risultati emersi possiamo affermare che il dolore radicolare lombare può trarre beneficio, per quanto riguarda dolore e disabilità, dall'esercizio terapeutico. L'esercizio terapeutico è una metodica economica, sicura e facile da somministrare ma che richiede la supervisione di un professionista sanitario qualificato, come un fisioterapista che possa valutare le esigenze specifiche del paziente e sviluppare un programma di esercizi appropriato. Programma che dovrebbe essere personalizzato e adattato ai sintomi del paziente per ottenere i migliori risultati, come mostrato dallo studio di Andrew J. Hahne et al. (20) .

Le ultime evidenze sul dolore radicolare lombare vanno sempre più verso un intervento attivo che pone le basi sull'esercizio terapeutico. I dati in nostro possesso indicano che un approccio basato sull'esercizio terapeutico sia più efficace di un approccio riabilitativo passivo e aspecifico basato su terapie fisiche, massaggio o su semplici consigli. Infatti, in tutti gli studi inclusi nella revisione che hanno confrontato l'esercizio con le terapie convenzionali è sempre emersa l'efficacia dell'esercizio con differenze statisticamente significative nella gestione del dolore e della disabilità. Pertanto non è consigliato l'uso di terapie fisiche nella gestione di questa problematica.

Rispetto ad approcci riabilitativi basati sulla terapia manuale, non possono essere tratte conclusioni esaustive. Dai dati raccolti, entrambi gli interventi hanno efficacia nella gestione della problematica ma non è possibile effettuare un confronto tra loro. Il fatto che, negli articoli inclusi in questa revisione la terapia manuale sia sempre associata all'esercizio e che ciò determini i migliori outcome nei gruppi di studio, suggerisce che un approccio combinato possa essere una buona soluzione per la gestione del dolore radicolare lombare.

Alla luce di queste informazioni, questa revisione vuole essere spunto di riflessione per nuovi studi che dovranno orientarsi sull'indagare ulteriori caratteristiche dell'esercizio terapeutico come intervento principale per la risoluzione del dolore radicolare.

## **7. Key Points**

- Distinguere il dolore radicolare dal dolore somatico riferito o dalla radicolopatia permetterebbe un più semplice reclutamento della popolazione d'interesse;
- Il trattamento primario del dolore radicolare lombare si basa su un approccio conservativo e nelle condizioni in cui è necessario l'intervento chirurgico, l'esercizio terapeutico svolge comunque un ruolo cruciale;
- Le caratteristiche dell'esercizio terapeutico dovrebbero essere implementate per migliorare nella pratica clinica l'intervento degli operatori muscoloscheletrici nella gestione del dolore radicolare lombare;
- Un approccio combinato di esercizio terapeutico e terapia manuale in un piano di trattamento individualizzato sembra essere il più efficace per la gestione del dolore radicolare lombare;
- Le terapie convenzionali (terapie fisiche e massaggio) non sono raccomandate nella gestione del dolore radicolare lombare.

## Bibliografia

- 1 Dower A, Davies MA, Ghahreman A. Pathologic Basis of Lumbar Radicular Pain. 2019 Aug;128:114-121. doi: 10.1016/j.wneu.2019.04.147. Epub 2019 Apr 25.
- 2 Butler DS, Matheson J, Boyaci A. The sensitive nervous system. Adelaide: Noigroup; 2006.
- 3 Bogduk, N. On the definition and physiology of back pain, referred pain, and radicular pain. 2009 Dec 15;147(1-3):17-9. doi: 10.1016/j.pain.2009.08.020.
- 4 Finnerup NB, Haroutounian S, Kamerman P, Baron R, Bennett DLH, Bouhassira D, et al. Neuropathic pain: an updated grading system for research and clinical practice. 2016 Aug;157(8):1599-1606. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000492.
- 5 Gifford L. Acute low cervical nerve root conditions: symptom presentations and pathobiological reasoning. *Manual Therapy*. 2001 May;6(2):106-15. doi: 10.1054/math.2000.0386
- 6 Nee Robert, Butler Davis Management of peripheral neuropathic pain: Integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence *Physical Therapy in Sport* 7 (2006) 36–49
- 7 Hall T.M. , Elvey R.L. Nerve trunk pain: physical diagnosis and treatment. *Manual Therapy*, 1999 May;4(2):63-73. doi: 10.1054/math.1999.0172.
- 8 Topp Kimberly, Boyd Benjamin Structure and Biomechanics of Peripheral Nerves: Nerve Responses to Physical Stresses and Implications for Physical Therapist Practice. *Physical Therapy*, Volume 86, Issue 1, 1 January 2006, Pages 92–109.
- 9 Smart KM, Blake C, Staines A, Doody C. The Discriminative Validity of “Nociceptive,” “Peripheral Neuropathic,” and “Central Sensitization” as Mechanisms-based Classifications of Musculoskeletal Pain. *The Clinical Journal of Pain* [Internet]. 2011 Oct [cited 2021 Apr 11];27(8):655–63.
- 10 Deniz Senol, Cumali Erdemb, Mustafa Canbolatc, Seyma Toyd, Turgay Karatasc, Rabia Aydogan Baykarab, Davut Ozbagc and Gokcen Akyurek Comparison of the effects of conventional physiotherapy and proprioception exercises on pain and ankle proprioception in patients with lumbar radiculopathy *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* -1 (2021) 1-8.

- 11 Rempel D, Diao E. Entrapment neuropathies: pathophysiology and pathogenesis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14:71–75.
- 12 Gustavo Plaza-Manzano<sup>1,2</sup> PT, PhD; Ignacio Cancela-Cilleruelo<sup>3</sup> PT, MSc; César Fernández-de-las-Peñas<sup>4,5</sup> PT, MSc, PhD, Dr med; Joshua A. Cleland<sup>6,7,8</sup> PT, PhD; José L Arias-Burúa<sup>2,3</sup> PT, PhD; Marloes Thoomes-de Graaf<sup>9</sup> PT, PhD; Ricardo Ortega-Santiago<sup>4,5</sup> PT, PhD Effects of Adding a Neurodynamic Mobilization to Motor Control Training in Patients with Lumbar Radiculopathy due to Disc Herniation: A Randomized Clinical Trial *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* Articles Ahead of Print DOI: 10.1097/PHM.0000000000001295
- 13 Sanei, M., Roozafzai, F., Abousaidi, S.R., Hamze, M., Negarestani, A.-M., Mokaberinejad, R., Persian manual therapy method for chronic low-back pain with lumbar radiculopathy; a randomized controlled trial, *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.02.015>.
- 14 Hanne B. Albert , PT, MPH, PhD , and Claus Manniche , MD, PhD , Med Sci The Efficacy of Systematic Active Conservative Treatment for Patients With Severe Sciatica, *SPINE* Volume 37, Number 7, pp 531–542 2012, Lippincott Williams & Wilkins.
- 15 Snowdon M, Peiris CL, Physiotherapy commenced within the first four weeks post spinal surgery is safe and effective: a systematic review and meta-analysis, *ARCHIVES OF PHYSICAL MEDICINE AND REHABILITATION* (2015), doi:10.1016/j.apmr.2015.09.003.
- 16 Kendall KD, et al. The effect of the addition of hip strengthening exercises to a lumbopelvic exercise programme for the treatment of non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *J Sci Med Sport* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2014.11.006>
- 17 Olav Frode Aure, PT,\* Jens Hoel Nilsen, PT,† and Ottar Vasseljen, PhD Manual Therapy and Exercise Therapy in Patients With Chronic Low Back Pain *SPINE* Volume 28, Number 6, pp 525–532 2003, Lippincott Williams & Wilkins, Inc.
- 18 Claus Manniche, Eva Lundberg, Inge Christensen, Lis Bentzen and Grete Hesselsoe Intensive dynamic back exercises for chronic low back pain: a clinical trial *Pain*, 47 (1991) 53-63 Elsevier Science Publishers B.V.

- 19 Tom Arild Torstensen, BSc (Hons), PT, Anne Elisabeth Ljunggren, PhD, PT, Helge Dyre Meen, MD, Ellen Odland, RN, Petter Mowinckel, MSc and Svante af Geijerstam Efficiency and Costs of Medical exercise Therapy, Conventional Physiotherapy and Self-Exercise in Patients With Chronic Low Back Pain. *SPINE* volume 23, Number 23, pp 2616-2624, Lippincott Williams & Wilkins, Inc.
- 20 Andrew J Hahne, Jon J Ford, Rana S Hinman, Matthew C Richards, Luke D Surkitt, Alexander YP Chan, Sarah L Slater, Nicholas F Taylor, Individualized functional restoration as an adjunct to advice for lumbar disc herniation with associated radiculopathy. A pre-planned subgroup analysis of a randomized controlled trial, *The Spine Journal* (2016), <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.spinee.2016.10.004>.