UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Fisioterapia (L/SNT2)

Efficacia della “Pain Neuroscience Education” nella gestione del dolore lombare cronico: una revisione sistematica della letteratura

Relatore:

Prof. Coppari Andrea

Candidato:

Alessio Carbonara

Correlatore:

Prof. Flavianelli Federico

A.a. 2025/2026

ABSTRACT

Introduzione: Il dolore lombare cronico è sostenuto da sensibilizzazione centrale e credenze disfunzionali sul danno strutturale. La Pain Neuroscience Education (PNE) mira a riconcettualizzare il dolore, decondizionando il Fear-Avoidance Model.

Obiettivi: Valutare l'efficacia della PNE integrata nei percorsi fisioterapici su intensità del dolore, disabilità funzionale e fattori psicosociali in pazienti con dolore lombare.

Materiali e Metodi: È stata condotta una revisione sistematica rispettando le linee guida PRISMA 2020, stabilendo un protocollo rigoroso di ricerca a doppio cieco attraverso i database PubMed, PEDro e Cochrane (fino a Luglio 2026), analizzando e valutando attentamente la qualità metodologica degli studi presi in considerazione.

Risultati: Dai 1.111 record identificati sono stati inclusi 14 RCT. L'integrazione della PNE con esercizio attivo o terapia manuale ha evidenziato riduzioni statisticamente significative del dolore (VAS/NRS, $p < 0,05$) e della disabilità (RMDQ/ODI, $p < 0,01$), con marcati cali della chinesiofobia (TSK/FABQ, $p < 0,05$) e benefici stabili fino a 6–12 mesi.

Conclusioni: La PNE si attesta come intervento efficace nel modello biopsicosociale; aumentando l'autoefficacia, rende il paziente protagonista attivo della propria ripresa guidato dal fisioterapista.

ABSTRACT (EN)

Background: Chronic low back pain is driven by central sensitization. Pain Neuroscience Education (PNE) reframes pain perception, mitigating kinesiophobia and catastrophizing within the Fear-Avoidance Model.

Objectives: To evaluate the clinical effectiveness of PNE integrated into physical therapy programs on pain intensity, disability, and psychosocial outcomes.

Methods: A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines, establishing a rigorous double-blind search protocol across the PubMed, PEDro, and Cochrane databases (up to July 2026), while carefully analyzing and assessing the methodological quality of the included studies.

Results: Fourteen RCTs were selected from 1,111 initial records. Combining PNE with active exercise or manual therapy yielded statistically significant reductions in pain (VAS/NRS, $p < 0.05$) and disability (RMDQ/ODI, $p < 0.01$), alongside significant decreases in kinesiophobia (TSK/FABQ, $p < 0.05$) and sustained benefits up to 6–12 months.

Conclusions: PNE is an essential biopsychosocial intervention. By enhancing self-efficacy, it empowers the patient as the central driver of functional recovery alongside the physical therapist.

INDICE

CAPITOLO 1. INTRODUZIONE **1**
1.1 Cenni di Anatomia **1**
1.1.1 Vertebra 1
1.1.2 Colonna Vertebrale 1
1.1.3 Artrologia 2
1.1.4 Cinematica Della Colonna Vertebrale 3
1.1.5 Muscoli Del Tronco 6
1.1.6 Sistema Nervoso Centrale 9
1.2 Il Dolore **10**
1.2.1 Classificazione del Dolore 10
1.2.2 Sensibilizzazione Centrale e Periferica 11
1.2.3 Modulazione del Dolore e Neuroplasticità 12
1.2.4 Dolore Cronico e Paura del Movimento 12
1.3 Low Back Pain **13**
1.3.1 Definizione e Classificazione 13
1.3.2 Epidemiologia 14
1.3.3 Pain Neuroscience Education 15

CAPITOLO 2. MATERIALI E METODI **16**
2.1 Protocollo di Revisione **16**
2.2 Obiettivo e Quesito della Revisione **16**
2.3 Criteri di Inclusione ed Esclusione **17**
2.4 Strategia di Ricerca **18**
2.5 Criteri di Selezione degli Studi **18**
2.6 Processo di Raccolta dei Dati **19**
2.7 Valutazione Metodologica e Rischio di Bias **20**
2.7.1 Scala PEDro 20
2.7.2 Cochrane Risk of Bias Tool 2 (RoB 2) 20
2.8 Analisi e Sintesi dei Dati **21**

CAPITOLO 3. RISULTATI **22**
3.1 Selezione degli Studi **22**
3.2 Estrazione dei Dati **24**
3.3 Rischio di Bias e Qualità Metodologica **26**
3.4 Sinossi dei Risultati **31**

CAPITOLO 4. DISCUSSIONE **32**
4.1 Sintesi e Interpretazione Clinica dei Risultati **32**
4.2 Punti di Forza della Revisione **34**
4.3 Limiti della Revisione **35**
4.4 Implicazioni per la Pratica Clinica e Prospettive per la Ricerca **36**

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI **37**
BIBLIOGRAFIA **38**

CAPITOLO 1. Introduzione

1.1 Cenni Di Anatomia

1.1.1 Vertebra

La vertebra è l'unità morfologica e funzionale della colonna vertebrale. Da un punto di vista descrittivo si prende in considerazione una vertebra della regione medio-toracica, la quale mostra caratteristiche anatomo-funzionali tipiche per ogni vertebra. Queste possono essere divise in tre porzioni: anteriormente si trova il grande corpo vertebrale, il principale componente della vertebra costituito da osso trabecolare che sostiene il peso e resiste alla compressione. Posteriormente si trovani gli elementi posteriori: i processi trasversi e spinoso, le lamine, i peduncoli ed i processi articolari con le seguenti e rispettive funzioni: inserzione di muscoli, legamenti e coste; protezione della faccia posteriore del midollo spinale; collegamento del corpo vertebrale agli elementi vertebrali posteriori; formazione delle articolazioni apofisarie [1].

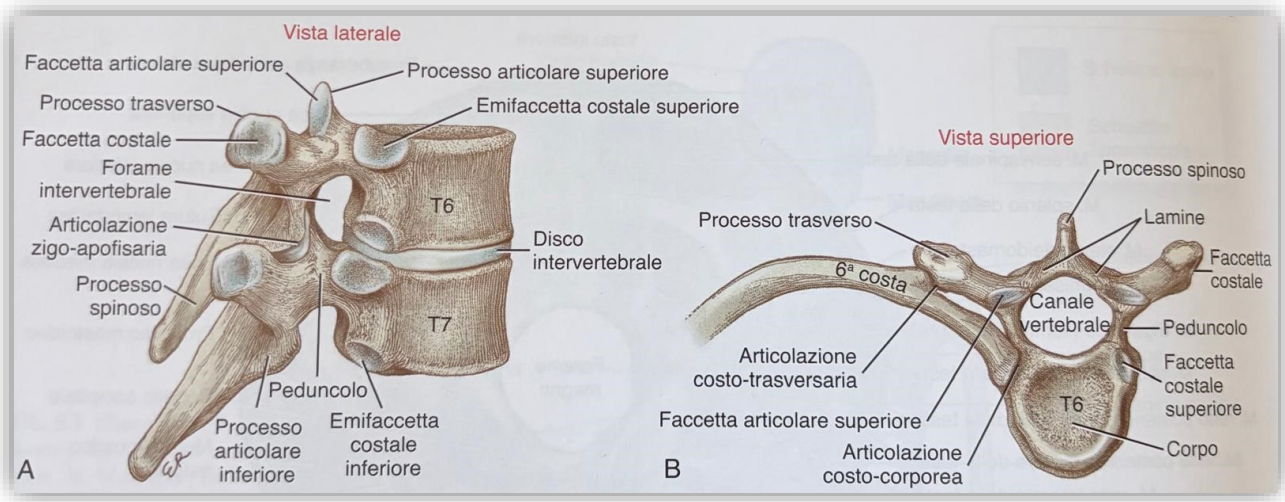


Figura 1: Caratteristiche generali di una vertebra. (A) Vista laterale di T6 e T7. (B) Vista superiore di T6 con la costa destra [1].

1.1.2 Colonna Vertebrale

La colonna vertebrale è formata dall'insieme di tutte le vertebre, trentatrè segmenti ossei divisi in cinque regioni. Normalmente ci sono cinque segmenti cervicali, dodici toracici, cinque lombari, cinque sacrali e quattro coccigei. Ogni regione della colonna vertebrale possiede una propria

morfologia che riflette la sua funzione specifica e il suo potenziale di movimento. Le vertebre a livello delle giunzioni cervico-toracica, toraco-lombare e lombo-sacrale mostrano spesso caratteristiche strutturali che riflettono la transizione tra le regioni stesse del rachide.

La colonna vertebrale presenta una serie di curvature sul piano sagittale e queste definiscono la posizione anatomica delle diverse sezioni della colonna. Le regioni cervicale e lombare sono convesse anteriormente e concave posteriormente, esibendo un allineamento definito come lordosi; le regioni toracica e sacrococcigea al contrario presentano una cifosi che descrive una concavità anteriore ed una convessità posteriore. Le curvature fisiologiche non sono fisse, bensì dinamiche e variano durante i movimenti: nei movimenti di estensione, le lordosi sono accentuate e le cifosi diminuite, al contrario, i movimenti di flessione della colonna appiattiscono le lordosi cervicale e lombare accentuando invece, le cifosi toracica e sacrococcigea.

A supporto della colonna e dei movimenti che svolge sui tre piani spaziali vi è un ampio corredo di legamenti che stabilizzano il sistema e proteggono il delicato midollo spinale e le radici nervose. Il *legamento longitudinale posteriore* decorre lungo le superfici posteriori dei corpi vertebrali, dall'epistrofeo (C2) al sacro limitandone la flessione. Il *legamento longitudinale anteriore* è una struttura lunga che decorre dalla parte basilare dell'osso occipitale fino al sacro, limitando l'estensione o eccessiva lordosi cervicale e lombare. I *legamenti interspinosi e sovraspinosi* inserendosi tra processi spinosi adiacenti impedendone la separazione, resistono alla flessione. I *legamenti intertrasversari* si inseriscono tra processi trasversi adiacenti limitando la flessione laterale, controlaterale e la flessione in avanti. Il *legamento giallo* si inserisce tra il margine inferiore di una lamina ed il margine superiore di quella sottostante. La natura altamente elastica di questo legamento (giallo per l'elevato contenuto di tessuto connettivo, istologicamente formato per l'80% di elastina ed il 20% di collagene) denota la sua capacità di resistenza costante ad alcune forze di compressione lombare, nella quale l'entità della flessione vertebrale è maggiore rispetto ad ogni altra regione [1].

1.1.3 Artrologia

La tipica articolazione intervertebrale ha tre componenti funzionali:

- Processi trasversi e spinosi: forniscono stabilizzatori meccanici che aumentano la leva meccanica di muscoli e legamenti;

- Articolazioni zigo-apofisarie: principalmente responsabili della guida del movimento intervertebrale. Ognuna di queste 24 coppie è costituita dalle superfici delle faccette articolari contrapposte; sono classificate come articolazioni piane, rivestite da cartilagine articolare e da una capsula sinoviale. In generale, le articolazioni zigo-apofisarie, che sono orientate quasi verticalmente all'interno delle regioni toraciche, lombari inferiori e lombo-sacrali, bloccano la traslazione eccessiva di una vertebra sull'altra. Questo è molto importante per la conservazione del volume del canale vertebrale, il quale sarebbe compromesso da un'eccessiva traslazione anteriore delle vertebre;

- Articolazioni intersomatiche: da C2/C3 fino a a L5/S1 sono presenti ventitrè articolazioni intersomiche, formate da un disco intervertebrale, dai piatti vertebrali cartilaginei e da due corpi vertebrali adiacenti. Questi rapporti articolari rappresentano il punto di maggiore adesione tra le vertebre e fungono da assi rotazionali approssimativi ed agiscono come distanziatori intervertebrali deformabili [1].

1.1.4 Cinematica Della Colonna Vertebrale

All'interno della regione cranio-cervicale, sul piano sagittale, si realizzano circa 120-130 gradi di flessione ed estensione totali. Dalla posizione anatomica (30-35 gradi di estensione a riposo per la lordosi cervicale) la regione cranio-cervicale si estende apporssimativamente di 75-80 gradi e si flette di 45-50 gradi. Circa il 20-25% del movimento totale sul piano sagittale di questa regione, si verifica tra l'articolazione atlanto-occipitale ed il complesso atlante-epistrofeo. La restante parte avviene a livello delle articolazioni zigoapofisarie da C2 a C7. Protrazione e retrazione sono altri due movimenti che si verificano in questa regione, relativamente alla traslazione antero-posteriore della testa rispetto al piano sagittale. Specificatamente, la protrazione della testa flette la regione da inferiore a media della colonna cervicale e simultaneamente estende la regione cranio-cervicale superiore; nel caso della retrazione, i movimenti sono invertiti e si apprezza un'estensione del tratto medio-inferiore della colonna cervicale, con una flessione della porzione superiore. Sul piano orizzontale, i movimenti di testa e collo si manifestano nella rotazione assiale, funzione manifestata al massimo all'interno del complesso articolare atlanto-epistrofeo con una rotazione assiale di 35-40 gradi. Da C2 a C7 l'orientamento a 45 gradi delle superfici delle faccette articolari nelle articolazioni zigoapofisarie consente una rotazione di 30-35 gradi. Sul piano frontale si apprezzano 35-40 gradi di flessione laterale su ciascun lato in tutta la regione cranio-cervicale. La maggior parte di questo movimento ha luogo nella regione da C2 a C7, con 5 gradi

di escursione attribuibili al complesso atlanto-occipitale (trascurabile la flessione laterale in C1-C2) [1].

La regione toracica in posizione ortostasica mostra tipicamente 40-45 gradi di naturale cifosi. Sebbene il range di ogni segmento intervertebrale sia relativamente piccolo, il movimento complessivo è considerevole se considerato sull'intera colonna vertebrale toracica. In genere è possibile effettuare una flessione compresa tra i 30 e i 40 gradi e un'estensione che va dai 15 ai 20 gradi in tutta la regione toracica. Gli estremi della prima sono limitati dalla tensione dei tessuti posizionati posteriormente i corpi vertebrali (capsula delle articolazioni zigoapofisarie e legamenti sovraspinoso e longitudinale posteriore); d'altra parte, gli estremi della seconda sono limitati dal legamento longitudinale anteriore e dal potenziale conflitto di lamine o processi spinosi adiacenti inclinati verso il basso, specialmente nella regione toracica superiore e media. L'entità di movimento sul piano sagittale è maggiore nella regione inferiore a causa delle coste fluttuanti e dell'orientamento delle articolazioni zigoapofisarie in quell'area. La rotazione sul piano orizzontale è compresa tra i 25 e i 35 gradi su ciascun lato del tratto vertebrale toracico; sebbene la rotazione isolata in uno specifico segmento intervertebrale sia piccola e praticamente impercettibile, l'osteocinematica globale è comunque facilmente osservabile qunando viene compiuta in tutta la regione toracica. La libertà della rotazione assiale diminuisce nel tratto inferiore a causa dell'orientamento più verticale delle articolazioni zigoapofisarie che presentano una direzione sul piano sagittale. Infine, l'orientamento predominante sul piano frontale delle faccette toraciche suggerisce una relativa libertà di movimento in flessione laterale, mai completamente espressa del tutto a causa delle stabilizzazione fornita dalle articolazioni con le coste [1].

La colonna lombare mostra tipicamente, in posizione ortostasica, una lordosi compresa tra i 40 e i 50 gradi, anche qui con movimenti su tre gradi di libertà. In media, sul piano sagittale si possono effettuare una flessione compresa tra i 45 e i 55 gradi ed un'estensione di 15-25 gradi. Considerando che questo range di 80 gradi circa si verifica a livello di cinque articolazioni intervertebrali, il movimento globale sul piano sagittale del tratto lombare è notevole. La posizione di estrema flessione lombare riduce significativamente l'area di contatto all'interno delle articolazioni zigoapofisarie riducendo quindi il carico totale su una data articolazione. Paradossalmente però, è possibile che la pressione di contatto possa aumentare a causa della ridotta superficie disponibile per la distribuzione del carico, l'aumento assoluto di questa forza per area unitaria è comunque attribuibile alla grandezza totale delle forze che agiscono sull'articolazione flessa. Il grado di flessione della colonna lombare influisce sulla dimensione del forame intervertebrale, sul canale vertebrale e sul poteniziale di deformazione del nucleo

polposo a livello del disco intervertebrale. L'estensione della regione lombare è essenzialmente la cinematica inversa della flessione e determina un aumento della lordosi e del tilt anteriore della pelvi se associata alla massima estensione dell'anca, contrariamente al tilt posteriore che si manifesta in flessione lombare associata a flessione d'anca. Negli estremi dell'estensione, le pressioni di contatto possono aumentare a livello dei processi articolari coinvolti nelle articolazioni zigoapofisarie con conseguente aumento dello stress strutturale in caso di iperlordosi protratta nel tempo. Sul piano orizzontale si verificano solo 5-7 gradi di rotazione assiale, per lo più mostrati nel contesto della rotazione della regione toraco-lombare. L'entità della rotazione nei tratti lombari inferiori è molto limitata (circa 1 grado a livello dell'articolazione intervertebrale L3-L4) a causa dell'orientamento sul piano sagittale molto marcato delle articolazioni zigoapofisarie lombari. Questa naturale resistenza ossea alla rotazione assiale nella regione lombare fornisce stabilità verticale lungo l'estremità inferiore della colonna, supportata ulteriormente dai muscoli multifidi e dalle articolazioni sacro-iliache. Su ciascun lato, nella regione lombare, si verificano circa 20 gradi di flessione laterale sul piano frontale, con una cinematica pressochè simile a quella del tratto toracico, fatta eccezione per alcune differenze rispetto l'orientamento e la struttura delle articolazioni zigoapofisarie [1].

In ultima analisi, le articolazioni sacro-iliache consistono nel rapporto anatomico tra le superfici auricolari di sacro e di ciascuna ala iliaca; queste articolazioni segnano la transizione tra lo scheletro assile e quello appendicolare inferiore. In questo contesto strutturale, la chiave di volta è il sacro, incuneato tra le ossa iliache, nella formazione di questa articolazione la cui funzione è principalmente adibita alla stabilità ed al trasferimento della forza peso dal tronco agli arti inferiori. A livello cinematico sono stati descritti due movimenti sul piano sagittale: nutazione e contronutazione; il primo avviene mediante rotazione anteriore sacro-iliaca e rotazione posteriore ileo-sacrale, il secondo invece avviene attraverso lo stesso meccanismo, ma all'opposto [1].

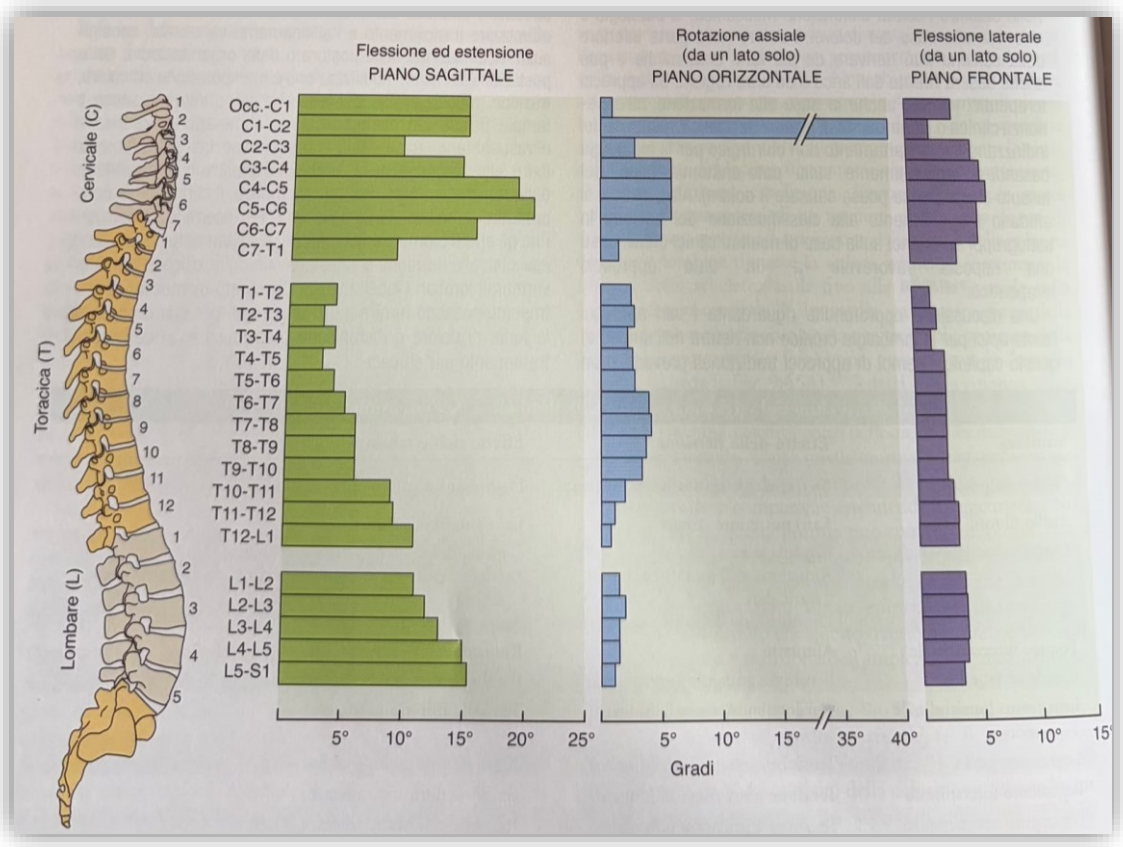


Figura 2: Grafico che riassume la massima ampiezza di movimento (in gradi) complessiva consentita su tre piani, per le regioni cervicale, toracica e lombare [1].

1.1.5 Muscoli Del Tronco

Un muscolo viene classificato come facente parte della regione del "tronco" o "cranio-cervicale" in base alla localizzazione della maggior parte delle sue inserzioni. In questo sottocapitolo saranno discussi i muscoli della parete posteriore del tronco, i muscoli della parete antero-laterale del tronco e muscoli aggiuntivi.

- *Muscoli della parete posteriore del tronco:* a livello dello strato superficiale questi comprendono i muscoli trapezio, il gran dorsale, il romboide, l'elevatore della scapola e il dentato anteriore. Il trapezio ed il gran dorsale sono i più superficiali, seguiti dai più profondi romboide ed elevatore della scapola; il dentato anteriore è localizzato più lateralmente nel torace. L'attivazione bilaterale della maggior parte dei muscoli dello strato superficiale estende la regione adiacente dello scheletro assile. L'attivazione unilaterale, tuttavia, flette lateralmente e, nella maggior parte dei casi, ruota assialmente la regione.

Profondamente rispetto al gran dorsale e al muscolo romboide, si trovano i muscoli localizati nello strato intermedio della schiena, ovvero la parte superiore e quella inferiore del muscolo dentato posteriore. La loro funzione è meglio collegata alla meccanica della respirazione piuttosto che al movimento ed alla stabilità del tronco [1].

I muscoli dello strato profondo della schiena sono il gruppo degli erettori della colonna vertebrale (spinale, lunghissimo, ileocostale); il gruppo dei trasverso-spinali (semispinali, multifido, rotatori); il gruppo dei muscoli segmentali brevi (interspinali ed intertrasversari). In generale, in direzione da superficiale a profonda, le fibre dei muscoli nello strato profondo diventano progressivamente più brevi ed inclinate.

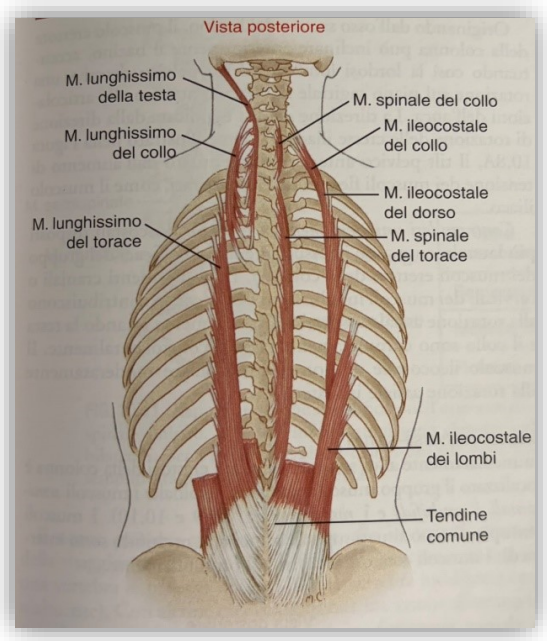


Figura 3: Illustrazione dei muscoli erettori della colonna vertebrale (muscoli dello strato profondo della schiena) [1].

Un muscolo più superficiale nel gruppo degli erettori della colonna può estendersi per tutta la lunghezza del rachide. Questa caratteristica anatomica suggerisce una morfologia più adatta al controllo di movimenti grossolani e le sezioni trasverse relativamente grandi, consentono loro di generare un grande momento di estensione lungo la colonna assile, adatta per sollevare o trasportare oggetti pesanti. Al contrario, ogni muscolo nel gruppo più profondo, come il gruppo dei segmentali brevi, attraversa solo un'articolazione intervertebrale.

- *Muscoli della parete antero-laterale:* i muscoli di questa regione del tronco comprendono il muscolo retto dell'addome, i muscoli obliqui dell'addome esterno ed interno, il muscolo trasverso dell'addome. Come gruppo, questi muscoli sono spesso indicati come muscoli addominali e hanno importanti funzioni fisiologiche, tra le quali il supporto e la protezione dei visceri e l'aumento delle pressioni intra-toraciche ed intra-addominali per l'espriazione forzata, la defecazione ed il parto. Da un punto di vista chinesiologico, funzioni importanti sono la stabilizzazione ed il movimento del tronco, attraverso l'aumento della tensione nella fascia toraco-lombare e movimenti di flessione e rotazione del tronco sui diversi piani di movimento, a seconda della contrazione bilaterale o ipsilaterale come può avvenire nel caso dei muscoli obliqui dell'addome [1].

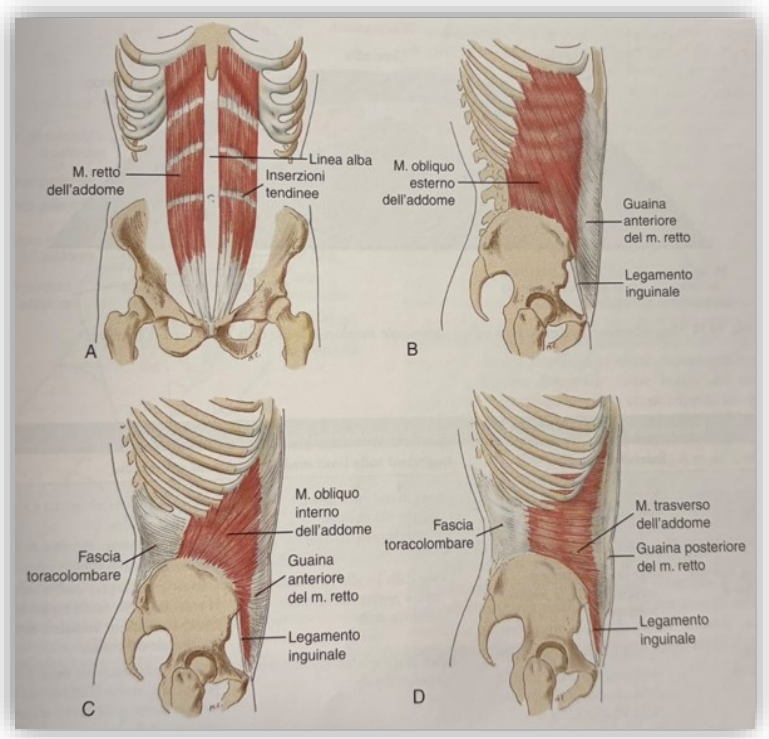


Figura 4*:* Muscoli addominali della regione antero-laterale del tronco [1].

- *Muscoli aggiuntivi:* i muscoli ileopsoas e quadrato dei lombi sono strettamente associati alla regione del tronco da un punto di vista chinesiologico, sebbene anatomicamente non siano considerati muscoli del tronco. L'ileopsoas ha una forte azione cinetica sul tronco, colonna lombare, articolazione lombo-sacrale e sulle articolazioni dell'anca grazie ai vari siti di inserzione in queste aree dei due muscoli che lo compongono. Riconosciuto principalmente per la sua azione di flessore d'anca, l'ileopsoas può portare il bacino in tilt

anteriore aumentando la lordosi lombare, oltre che contribuire alla rotazione del primo a femori fissi, con l'assistenza dei muscoli addominali.

Il muscolo quadrato dei lombi è considerato anatomicamente, un muscolo della parete addominale posteriore. Contraendosi bilateralmente espleta la sua funzione di estensore della colonna, unilateralmente, il quadrato dei lombi, flette lateralmente la colonna lombare [1].

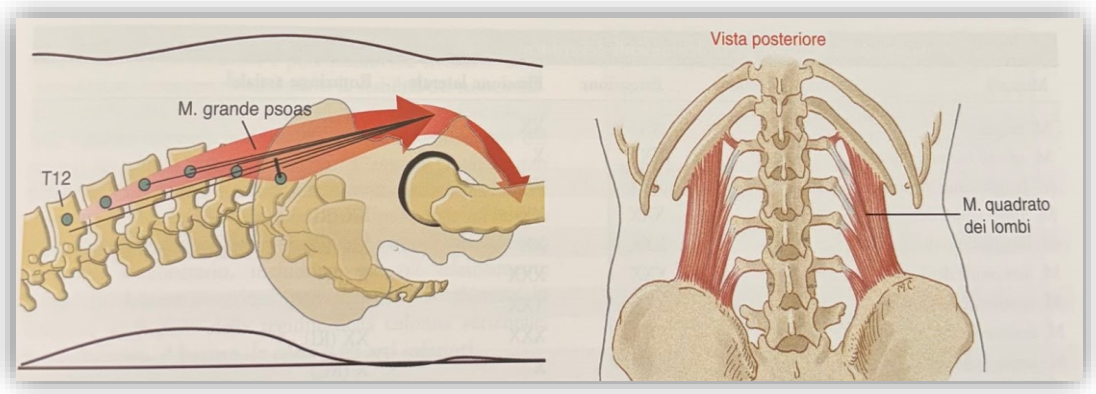


Figura 5*:* Vista laterale e posteriore rispettivamente del muscolo grande psoas e del muscolo quadrato dei lombi [1].

1.1.6 Sistema Nervoso Centrale

Il Sistema Nervoso Centrale è costituito dal midollo spinale e dall'encefalo che, pur essendo in continuità anatomica, mostrano un significativo grado di indipendenza funzionale. Il midollo spinale non è una semplice via di conduzione degli impulsi nervosi verso o dall'encefalo, bensì integra ed elabora proprie informazioni [2]. Anatomicamente, il midollo di un soggetto adulto misura circa 45 cm di lunghezza e si estende dal forame magno del cranio al margine inferiore della prima vertebra lombare ed è organizzato in sostanza grigia e sostanza bianca. La prima è sostanzialmente aumentata nelle porzioni di midollo che provvedono all'innervazione motoria e sensitiva degli arti (corna anteriori e posteriori formate rispettivamente dai nuclei ventrali e dorsali ovvero il raggruppamento dei corpi cellulari dei neuroni nella sostanza grigia), queste aree formano rigonfiamenti. Il rigonfiamento cervicale che fornisce nervi al cingolo scapolare ed all'arto superiore; il rigonfiamento lombare che offre l'innervazione a strutture della pelvi e degli arti inferiori [2].

La sostanza bianca situtata perifericamente contiene un gran numero di assoni organizzati in colonne, a loro volta formate da diversi fasci che possono trasportare informazioni sensitive o motorie. Tutti gli assoni di un dato fascio conducono informazioni nella stessa direzione; saranno quindi ascendenti o discendenti in base alla direzione dell'impulso, dal midollo verso l'encefalo

o viceversa. L' encefalo è diviso in tre regioni principali: cervello, tronco encefalico e cervelletto. Il cervello è sede del pensiero cosciente, funzioni intellettive, mnemoniche e movimenti motori complessi; nella porzione del tronco encefalico, sono contenuti i centri di trasmissione ed elaborazione di dati sensitivi, centri coinvolti nelle emozioni, funzioni autonome e produzione ormonale. Alcune aree della porzione inferiore del tronco elaborano informazioni visive e uditive, oltre a generare risposte motorie somatiche involontarie. Alla base del tronco encefalico vi è il ponte; questo è coinvolto nel controllo motorio somatico e viscerale e connette le altre strutture del tronco al cervelletto, il quale si occupa di correggere le attività motorie volontarie e involontarie sulla base delle informazioni sensitive e dei ricordi acquisiti [2].

Il cervello è la sede di elaborazione degli stimoli dolorifici che raggiungono molto velocemente il SNC, risposte riflesse che arrivano alla corteccia sensitiva primaria grazie ai nocicettori (recettori del dolore) e rendono coscienti le sensazioni dolorose. Il tronco encefalico gioca un ruolo importante nella percezione del dolore. Sebbene da un punto di vista anatomico e neurofisiologico si abbia una conoscenza approfondita rispetto al dolore, in merito all'enorme coinvolgimento di diverse strutture nervose nella ricezione ed elaborazione di diversi stimoli, la quantificazione del dolore rimane soggettiva e dipendente da fattori cognitivo-comportamentali oltre che da fattori di natura prettamente anatomo-strutturale [2].

In virtù di ciò, il sottocapitolo successivo sarà dedicato al dolore e a come questo sia tra le principali cause di disabilità funzionale quando correlato ad una delle condizioni patologiche più diffuse da un punto di vista epidemiologico, il mal di schiena (LBP).

1.2 Il Dolore

1.2.1 Classificazione Del Dolore

Il dolore è definito dalla IASP come un'esperienza spiacevole, sensoriale ed emotiva, associata ad un danno tissutale reale o potenziale [3]. Sebbene in biologia sia riconosciuto il fatto che gli stimoli che causano dolore siano potenzialmente in grado di danneggiare i tessuti, vi sono state aggiunte diverse note integrative alla definizione di dolore, al fine di fornire un inquadramento più ampio e che si discosti dall'idea che il dolore possa scaturire solo ed unicamente da un danno tissutale e reale:

- Il dolore è sempre un'esperienza soggettiva, influenzata a vari livelli da fattori biologici, sociali e psicologici;

- Le persone apprendono il concetto di dolore attraverso le loro esperienze di vita, e se raccontano un'esperienza come dolore, seppur in assenza di danno tissutale, questo va accettato e rispettato;

- L'attività indotta dai nocicettori non è sinonimo di dolore, quest'ultimo può essere dedotto solo dall'attività neurosensoriale e può essere presente anche in assenza di uno stimolo nocicettivo [3].

Il dolore viene classificato in base alla durata quando si parla di dolore acuto o cronico e generalmente il limite temporale che separa le due condizioni per convenzione è di tre mesi. Da un punto di vista fisiopatologico, oltre al dolore nocicettivo (danno reale le cui informazioni, grazie ai nocicettori, arrivano ai centri superiori del SNC per essere elaborati) sono distinte due categorie di dolore:

- Dolore neuropatico: a seguito di danni alle normali vie nervose, la conseguenza immediata è una perdita parziale o totale della funzione, inclusa la percezione stessa del dolore. Questo dolore può essere centrale o periferico a seconda della sede dei nervi lesionati, è un dolore pungente e bruciante. È possibile che in seguito alla lesione nervosa si manifestino fenomeni di disestesia o parestesia [3].

- Dolore nociplastico: questo tipo di dolore è cronico e non caratterizzato da una componente nocicettiva o neuropatica. La sensibilizzazione centrale e una modulazione alterata del dolore sono caratteristiche distintive di questa tipologia di dolore e contribuiscono alla sua percezione anche in assenza di lesioni evidenti. I meccanismi fisiopatologici alla base del dolore nociplastico non sono del tutto noti; tuttavia, si ritiene che questi derivino da un'alterata funzione delle vie sensoriali che modifica la sensibilità al dolore [3].

1.2.2 Sensibilizzazione Centrale e Periferica

La sensibilizzazione centrale è definita come un'amplificazione neurale all'interno del sistema nervoso centrale [4]. In queste situazioni il dolore può essere evocato in risposta a stimoli innocui (allodinia) o essere prolungato ed esagerato in relazione all'entità effettiva dello stimolo (iperalgesia). Vi è un vero e proprio accrescimento dell'attività cerebrale in aree note per essere coinvolte nelle sensazioni dolorose, così come in regioni non tipicamente coinvolte

nell'elaborazione di sensazioni dolorose. Sono molti gli studi che hanno fornito evidenze di un'elaborazione nocicettiva centrale alterata in pazienti con LBP cronico. La sensibilizzazione periferica si manifesta principalmente con sintomi di iperalgesia e allodinia dovuti ad un aumento della reattività e una diminuzione della soglia di attivazione dei nocicettori periferici [4].

1.2.3 Modulazione del Dolore e Neuroplasticità

L'esperienza globale del dolore varia in base a diversi fattori, come il numero di stimoli, lo stato psicologico e l'attenzione rivolta al dolore [3]. Tutti i processi cognitivi, emotivi e sensoriali che influenzano la percezione del dolore derivano dal contesto che circonda l'esperienza dolorosa. Possiamo quindi osservare due effetti principali che possono attivare o inibire i sistemi di modulazione del dolore:

- L'effetto placebo: deriva da stimoli che coinvolgono contesti positivi e benefici. La letteratura scientifica sui correlati neurobiologici dell'effetto placebo mostra riduzioni significative dell'attivazione cerebrale nelle regioni legate all'elaborazione del dolore.

- L'effetto nocebo: studi di neuroimaging hanno evidenziato che aspettative negative aumentano l'attività di aree cerebrali coinvolte nell'elaborazione del dolore e nella regolazione emotiva.

Il sistema nervoso modifica la propria attività in relazione agli stimoli che riceve, riorganizzando la sua struttura e quindi, la sua funzione. Il fenomeno della neuroplasticità è dovuto alla capacità dei neuroni di variare l'efficacia delle trasmissioni sinaptiche in funzione del vissuto della persona; quindi, anche il dolore e la percezione di questo può influenzare la riorganizzazione delle reti neuronali [4].

1.2.4 Dolore Cronico e Paura Del Movimento

Nel sottocapitolo 1.2.1 è stata introdotta la definizione di dolore cronico. Questa tipologia di dolore rappresenta una delle principali cause di disabilità funzionale ed impatta notevolmente anche sull'aspetto psicologico relativamente a sintomi clinici di ansia e depressione [3]. La paura del movimento (kinesiofobia) è descritta come una paura eccessiva, irragionevole e paralizzante di eseguire un movimento a causa di una sensazione di vulnerabilità a un infortunio o ad una recidiva [5]. Risposte cognitive esagerate nei confronti dell'esperienza del dolore

(catastrofizzazione del dolore) giocano un ruolo fondamentale nella formazione di processi di evitamento sia del movimento che dell'attività fisica e quindi, conseguente diminuzione della gratificazione ed autonomia nelle attività di vita quotidiana. Anche l'ipervigilanza al dolore, assieme all'evitamento, è alla base per sviluppare disabilità, depressione e decondizionamento dei tessuti e ciò aumenta l'esperienza dolorosa [5]. Il meccanismo appena descritto viene chiamato Fear Avoidance Model (modello paura-evitamento) [6].

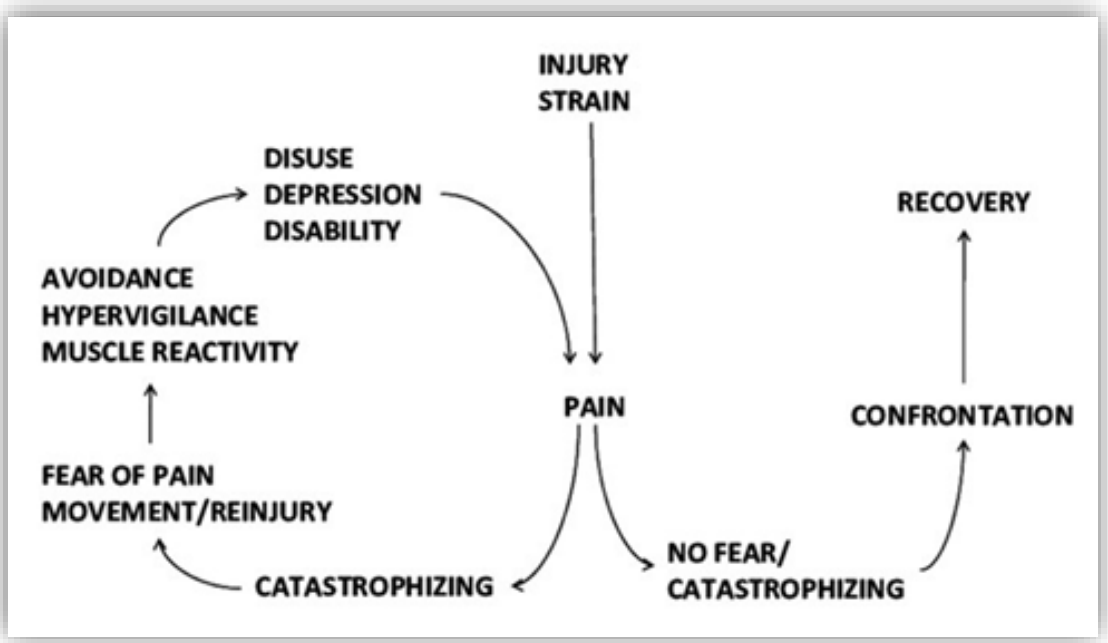


Figura 6: Fear Avoidance Model [6].

1.3 Low Back Pain

1.3.1 Definizione e Classificazione

Il Low Back Pain (LBP), secondo le Linee Guida Europee e i principali consensi internazionali è definito come: "Dolore, tensione muscolare o disagio localizzato nella regione posteriore del tronco, in un'area compresa tra il margine costale inferiore della dodicesima costa e la piega glutea inferiore, con o senza dolore irradiato agli arti inferiori" [7].

Il Low Back Pain, comunemente definito lombalgia, rappresenta la principale causa di disabilità e di consulto medico per disturbi muscoloscheletrici a livello mondiale [8].

I sintomi permettono una classificazione temporale ed una eziologica, identificando tre fasi temporali e tre categorie prognostiche descritte nelle Tabelle 1 e 2.

Acuto	Da **0 a 4-6 settimane**	Esordio improvviso, spesso associato a carichi o movimenti bruschi.
Subacuto	Da **4-6 a 12 settimane**	Fase di transizione; richiede monitoraggio per evitare la cronicizzazione.
Cronico	Superiore a **12 settimane**	Il dolore persiste oltre il normale tempo di guarigione tissutale; forte componente di sensibilizzazione centrale.

Tabella 1: Classificazione temporale del LBP [8, 9].

LBP aspecifico	Dolore non riconducibile ad una patologia strutturale o sistemica ben definita. Rappresenta l'85-90% dei casi clinici
LBP specifico	Rappresenta il dolore legato a una causa anatomica o neurologica definita (ernia del disco con compressione radicolare o la stenosi del canale lombare)
Patologia spinale	Meno dell'1-2% dei casi. Include fratture vertebrali, tumori/metastasi spinali, infezioni o sindrome della cauda equina.

Tabella 2: Triage clinico del LBP [8, 9].

1.3.2 Epidemiologia

Nel 2020 si stimavano circa 61 milioni di persone affette da LBP nel mondo. Studi epidemiologici storici indicano una prevalenza "lifetime" compresa tra il 70% e l'85% degli individui. La prevalenza media annuale negli adulti si attesta attorno al 37-38% [10].

A causa dell'invecchiamento e della crescita demografica della popolazione, i modelli epidemiologici stimano che i casi globali aumenteranno del 36,4% raggiungendo circa 843 milioni di persone entro il 2050 [10].

Il LBP mostra una prevalenza, un'incidenza e tassi di disabilità sistemicamente più elevati nelle donne rispetto agli uomini, in tutte le fasce d'età. Il numero di assoluto di casi raggiunge il picco nella fascia d'età compresa tra i 50 e i 55 anni. Il rischio e la cronicità del dolore aumentano nei paesi ad alto indice sociodemografico e i costi associati aumentano in modo allarmante nei contesti a basso e medio reddito, nei quali l'accesso a cure riabilitative adeguate è limitato [10].

Il Global Burden of Disease Study ha calcolato che circa il 38,8% degli anni vissuti con disabilità dovuti a lombalgia è direttamente attribuibile a tre fattori di rischio modificabili:

- Fattori ergonomici professionali: movimentazione manuale dei carichi, posture incongrue prolungate e vibrazioni dell'intero corpo;
- Fumo di sigaretta: associato ad alterazioni della microcircolazione tissutale e a una ridotta perfusione dei dischi intervertebrali;
- Elevato indice di massa corporea: il carico meccanico aumentato sulla colonna accelera i processi degenerativi [11].

Fattori psicosociali quali stress, ansia, depressione e insoddisfazione lavorativa sono fortemente correlati, da un punto di vista epidemiologico, alla transizione dal dolore acuto a quello cronico e alla disabilità persistente [9].

1.3.3 Pain Neuoscience Education

L'educazione neurofisiologica del dolore (Pain Neuroscience Education, PNE), è un trattamento che consiste in sessioni educative, rivolte principalmente a pazienti affetti da disordini muscoloscheletrici cronici (e non solo), durante le quali vengono spiegate nel dettaglio la neurofisiologia del dolore ed i processi di elaborazione del dolore stesso attraverso il sistema nervoso [12]. L'obiettivo primario della PNE è quello di modificare le credenze del paziente attraverso una riconcettualizzazione del dolore, insistendo sul fatto che la percezione dolorosa non necessariamente viene elicitata da un danno tessutale [13]. La cronicità del dolore non deve essere considerata esclusivamente come un'estensione temporale del dolore acuto, bensì come una risposta da maladattamento nella quale si instaurano modificazioni dei meccanismi neurofisiologici della percezione, elaborazione e trasmissione degli stimoli dolorosi alla base di un circolo vizioso che si autoalimenta [4].

Sono stati condotti numerosi studi riguardo la PNE ed è emerso come, in virtù delle caratteristiche dei pazienti, il formato di somministrazione individuale del trattamento sia quello di elezione. Secondo le linee guida di Jo Nijs et al. il colloquio individuale costituisce la migliore modalità di intervento affinchè il trattamento sia specifico e individualizzato per ogni paziente e perché si stabilisca un'alleanza terapeutica che abbia un impatto positivo sugli outcome del trattamento [14].

L'obiettivo del presente elaborato è quindi quello di indagare l'efficacia dell'integrazione della PNE nella riabilitazione del paziente con mal di schiena cronico, confrotandola con trattamenti fisioterapici convenzionali-come la sola terapia manuale o il solo esercizio terapeutico-analizzandone l'impatto sul dolore, sulla funzione e sulle variabili biopsicosociali implicate nella percezione e nella persistenza dei sintomi.

CAPITOLO 2. Materiali e Metodi

La presente revisione sistematica della letteratura è stata condotta e redatta nel rispetto rigoroso delle linee guida internazionali del PRISMA 2020 Statement (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

2.1 Protocollo Di Revisione

Prima di avviare la ricerca bibliografica, è stato definito a priori un protocollo metodologico rigido con lo scopo di stabilire l'obiettivo dello studio, i criteri di ammissibilità degli articoli, le strategie di ricerca sulle banche dati, le modalità di screening, l'estrazione dei dati e le procedure per valutare la qualità metodologica e il rischio di bias degli studi inclusi. Il protocollo è stato registrato nel registro prospettico internazionale delle revisioni sistematiche PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews).

2.2 Obiettivo e Quesito Della Revisione

La domanda di ricerca è stata strutturata secondo il modello PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome):

P (Population)	Pazienti adulti (≥ 18 anni) affetti da Low Back Pain (LBP) acuto, subacuto o cronico.
I (Intervention)	Pain Neuroscience Education (PNE) integrata con la fisioterapia o l'esercizio terapeutico.
C (Comparison)	Fisioterapia convenzionale da sola o esercizio terapeutico isolato.
O (Outcomes)	Outcome clinici (dolore, disabilità) e fattori biopsicosociali (chinesiofobia, catastrofizzazione, QoL).

Tabella 3: Modello PICO.

Quesito della revisione:

Nei pazienti adulti con Low Back Pain, l'aggiunta della Pain Neuroscience Education (PNE) ai trattamenti fisioterapici tradizionali migliora il dolore, la disabilità funzionale e i fattori biopsicosociali rispetto alla sola fisioterapia convenzionale?

Obiettivo della revisione:

L'obiettivo della presente revisione sistematica è valutare l'efficacia clinica dell'integrazione della PNE nella riabilitazione del paziente con LBP, analizzandone l'impatto sul dolore, sulla funzione e sulle variabili psicocomportamentali legate alla persistenza dei sintomi.

2.3 Criteri Di Inclusione Ed Esclusione

Criteri di inclusione:

1. Pazienti adulti (età ≥ 18 anni) affetti da Low Back Pain (LBP) acuto, subacuto o cronico.

2. Intervento riabilitativo incentrato sulla Pain Neuroscience Education (PNE).

3. Presenza di un gruppo di confronto sottoposto a fisioterapia convenzionale o esercizio terapeutico.

4. Misurazione di outcome clinici (dolore e disabilità) e fattori biopsicosociali/contestuali (chinesiofobia, catastrofizzazione, percezione della salute o qualità della vita).

Criteri di esclusione:

1. Pazienti con storia di pregressa chirurgia vertebrale (es. discectomia, laminectomia, fusione/artrodesi), esiti di fratture vertebrali/traumatiche o patologie sistemiche gravi (autoimmuni, reumatiche, oncologiche). Razionale di esclusione: eliminare fattori di confondimento legati a danni strutturali organici primari o a quadri clinici nei quali il dolore riconosce una causa patologica specifica non riconducibile al dolore lombare aspecifico o nociplastico.

2. Interventi educativi di tipo puramente biomeccanico o strutturale (educazione posturale tradizionale, nozioni anatomico-meccaniche prive di contenuti sulla neurofisiologia del

dolore). Razionale di esclusione: isolare in modo specifico l'effetto della vera PNE e della riorganizzazione cognitiva del dolore rispetto all'educazione biomedica tradizionale.

3. Incompletezza degli outcome: studi che considerano esclusivamente l'intensità del dolore o parametri nocicettivi isolati senza rilevare la disabilità funzionale né la dimensione biopsicosociale.

2.4 Strategia Di Ricerca

La ricerca della letteratura è stata condotta consultando le principali banche dati elettroniche biomediche e sanitarie: MEDLINE (tramite interfaccia PubMed), PEDro (Physiotherapy Evidence Database) e Cochrane Central Register of Controlled Trials (Cochrane Library). La ricerca tramite stringa è stata eseguita e aggiornata fino al 16 luglio 2026. La ricerca è stata integrata dallo screening manuale delle citazioni bibliografiche (cross-referencing) degli articoli inclusi al fine di garantire la massima esaustività nell'identificazione della letteratura pertinente. Le specifiche stringhe e strategie di ricerca utilizzate, sono state riportate nella Tabella 4.

Motore di ricerca	Stringa di ricerca	Numero totale articoli trovati
PubMed	("low back pain" OR LBP OR "chronic low back pain" OR CLBP OR "persistent low back pain") AND ("pain neuroscience education" OR "pain neurophysiology education" OR "therapeutic neuroscience education" OR PNE OR "pain biology education")	989
PEDro	Low Back Pain Pain Neuroscience Education	31
Cochrane Library	("low back pain" OR LBP OR "chronic low back pain" OR CLBP OR "persistent low back pain") AND ("pain neuroscience education" OR "pain neurophysiology education" OR "therapeutic neuroscience education" OR PNE OR "pain biology education")	91

Tabella 4: Strategie di ricerca e record trovati sulle banche dati di riferimento.

2.5 Criteri Di Selezione Degli Studi

Il processo di selezione degli studi è stato condotto secondo un flusso di lavoro strutturato in più fasi successive:

1. Gestione dei record e rimozione dei duplicati: **r**accolta complessiva delle citazioni individuate e identificazione/eliminazione dei record duplicati presenti su più banche dati.

2. Screening per Titolo e Abstract: valutazione preliminare della pertinenza di ciascun articolo in base alla lettura del titolo e del riassunto.

3. Valutazione del Full-Text: recupero ed esame approfondito del testo integrale degli articoli potenzialmente idonei per verificare il completo rispetto dei criteri di inclusione ed esclusione PICO.

Tutte le fasi dello screening per titolo, abstract e testo completo sono state condotte in modo indipendente e in doppio cieco da due revisori (MR e AlC). In caso di dubbio o disaccordo circa l'eleggibilità di uno studio, la decisione finale è stata raggiunta mediante discussione e consenso con un terzo revisore esperto (AnC). L'intero percorso di selezione è stato infine rendicontato visivamente mediante il diagramma di flusso PRISMA 2020

2.6 Processo Di Raccolta Dei Dati

Dagli studi definitivamente inclusi nella revisione è stata eseguita un'estrazione sistematica dei dati attraverso l'impiego di una scheda di raccolta standardizzata predisposta a priori. Per ciascun trial sono state estratte e catalogate le seguenti informazioni:

• Identificazione dello studio: primo autore, anno di pubblicazione, Paese di conduzione e codice DOI.

• Caratteristiche del campione: numerosità campionaria totale e nei singoli bracci di studio, età media, genere e contesto clinico di arruolamento.

• Caratteristiche degli interventi: tipologia di PNE erogata, modalità di somministrazione (individuale, di gruppo, online, blended), durata complessiva del trattamento, frequenza delle sessioni e dettagli del trattamento ricevuto dal gruppo di confronto.

• Outcome e Strumenti di Misura: variabili primarie (dolore e disabilità) e secondarie (chinesiofobia, catastrofizzazione, qualità della vita, parametri fisici/biologici), unitamente ai relativi strumenti di valutazione (es. VAS, NRS, RMDQ, ODI, TSK, SF-36, WHO-5, QST).

• Tempistiche di valutazione: tempi di rilevazione dei dati al baseline, al termine dell'intervento (post-treatment) ed eventuali follow-up a breve, medio e lungo termine.

2.7 Valutazione Metodologica e Rischio Di Bias

La valutazione critica degli studi inclusi è stata condotta mediante l'applicazione combinata di due strumenti metodologici complementari, ampiamente validati nella ricerca riabilitativa internazionale.

2.7.1 Scala PEDro (Physiotherapy Evidence Database)

La scala PEDro è stata impiegata per valutare la qualità metodologica interna dei trial clinici randomizzati. La scala si compone di 11 criteri complessivi; il primo criterio (tracciabilità dei criteri di elegibilità) riguarda la validità esterna e non concorre al calcolo del punteggio finale. I restanti 10 criteri assegnano ciascuno 1 punto se soddisfatti e chiaramente documentati, determinando un punteggio complessivo compreso tra 0 e 10:

1. Assegnazione casuale dei soggetti nei gruppi (randomizzazione);

2. Occultamento dell'allocazione (concealed allocation);

3. Comparabilità dei gruppi al baseline per i principali fattori prognostici;

4. Partecipanti in cieco rispetto al trattamento;

5. Terapisti somministratori in cieco rispetto il trattamento;

6. Valutatori in cieco rispetto ad almeno uno degli obiettivi dello studio;

7. Rilevazione degli outcome primari in più dell'85% dei soggetti inizialmente allocati;

8. Analisi dei dati secondo il principio dell'Intention-to-Treat (ITT);

9. Confronto statistico intergruppo per almeno un outcome primario;

10. Presentazione delle stime puntuali e delle relative misure di variabilità (es. deviazione standard o intervalli di confidenza).

2.7.2 Cochrane Risk of Bias Tool 2 (RoB 2)

Per una valutazione approfondita del rischio di bias nei singoli domini sperimentali, è stato utilizzato lo strumento Cochrane RoB 2, specifico per studi randomizzati a gruppi paralleli. Il RoB 2 analizza cinque domini metodologici fondamentali:

1. Bias derivante dal processo di randomizzazione: adeguatezza della sequenza casuale e dell'occultamento dell'assegnazione;

2. Bias dovuto a deviazioni dagli interventi assegnati: impatto della mancata cecità di partecipanti e personale sulla conduzione del trial;

3. Bias dati di outcome mancanti: gestione degli atterriti (drop-out) e completezza dei dati analizzati;

4. Bias nella misurazione degli outcome: adeguatezza degli strumenti e cecità dei valutatori rispetto al gruppo di appartenenza;

5. Bias nella selezione dei risultati riportati: verificabilità della corrispondenza tra protocollo preventivo registrato e analisi pubblicate (selective reporting).

Sulla base delle risposte ai quesiti guida (signalling questions), a ciascun dominio e all'intero studio è stato attribuito un giudizio sintetico pari a: 'Basso rischio di bias' (Low risk), 'Alcune preoccupazioni' (Some concerns) o 'Alto rischio di bias' (High risk).

2.8 Analisi e Sintesi Dei Dati

In considerazione della marcata eterogeneità clinica e metodologica rilevata tra gli studi selezionati — sia in termini di caratteristiche dei campioni, dosaggio e durata dei programmi educativi, tipologia dei gruppi di controllo, sia relativamente alla molteplicità degli strumenti di valutazione e dei periodi di follow-up — si è stabilito di non procedere a una sintesi quantitativa mediante meta-analisi.

I dati estratti sono stati pertanto elaborati ed esposti mediante una sintesi narrativa qualiquantitativa, strutturata per domini omogenei di outcome (impatto sul dolore e disabilità, modificazione dei fattori psicosociali, versatilità dei format erogativi e correlati neurobiologici/fisiologici). Nell'interpretazione complessiva della consistenza delle evidenze, la direzione e la significatività dei risultati clinici osservati nei singoli studi sono state ponderate e discusse in diretta relazione con la qualità metodologica emersa dalla scala PEDro e dal giudizio sul rischio di bias derivato dal RoB 2.

CAPITOLO 3. RISULTATI

3.1 Selezione Degli Studi

Il processo di ricerca bibliografica, condotto attraverso le principali banche dati biomediche (MEDLINE via PubMed, PEDro e Cochrane Library) e integrato mediante l'esame incrociato delle bibliografie (cross-referencing), ha permesso di identificare un totale complessivo iniziale di 1.111 record pertinenti al quesito della presente revisione.

In seguito a una prima analisi preliminare finalizzata alla gestione dei record, sono stati individuati e rimossi 45 articoli duplicati, riducendo il corpus a 1.066 studi. Tali record sono stati successivamente sottoposti a uno screening rigoroso basato sulla valutazione di titoli e abstract. Questa fase ha portato all'esclusione di 1.001 articoli poiché non inerenti all'argomento d'indagine o non conformi ai criteri di inclusione stabiliti, lasciando 65 articoli selezionati per la lettura e la valutazione approfondita del testo completo (full-text).

Dall'analisi dettagliata dei 65 articoli in full text dopo la prima scrematura, è emerso quanto segue:
- 17 articoli sono stati esclusi in quanto il testo completo risultava irreperibile;

- 48 articoli sono stati sottoposti a un vaglio di eleggibilità definitivo, che ha condotto all'inclusione di 14 studi ritenuti pienamente idonei:

• Kasimis (2024) [15].

• Malfliet (2018) [16].

• Saracoglu (2020) [17].

• Benedict (2024) [18].

• Modares Gorji (2022) [19].

• Modares Gorji (2021) [20].

• Baskan (2021) [21].

• Abiko (2025) [22].

• Tavares (2023) [23].

• Iken (2025/2026) [24].

• Thébault (2024) [25].

• Yamada (2023) [26].

• Sidiq (2024) [27].

• Di-Bonaventura (2025) [28].

Le cause prevalenti di esclusione in fase di screening per full text hanno riguardato l'adozione di interventi non riconducibili alla Pain Neuroscience Education (es. programmi di educazione posturale puramente biomeccanica privi di contenuti neurofisiologici), la presenza di campioni clinici non conformi (es. soggetti operati di chirurgia vertebrale maggiore o con patologie sistemiche associate) e l'assenza di outcome clinici centrati sulla disabilità o sulla dimensione biopsicosociale. La selezione è stata condotta in modo indipendente da due revisori; eventuali disaccordi sono stati risolti tramite il confronto con un terzo revisore esperto, garantendo così la massima imparzialità e completezza metodologica.

Le diverse fasi del processo di identificazione, screening, eleggibilità e inclusione dei record, condotto in accordo alle linee guida PRISMA 2020, sono illustrate nel diagramma di flusso in Figura 7.



Figura 7: Diagramma di flusso PRISMA 2020 del processo di selezione degli studi.

3.2 Estrazione Dei Dati

È stata condotta un'estrazione sistematica dei dati di ciascuno studio incluso, analizzando nel dettaglio le caratteristiche metodologiche, i campioni di riferimento, gli interventi proposti, i follow-up e i principali risultati clinici, come riassunto nella Tabella 5.

Tabella 5. Estrazione Dati

Primo Autore	DOI	Anno	Paese	Obiettivo dello studio	Disegno dello studio	N° Part.	Intervento	Risultati (Outcome)	Follow-up
Kasimis	10.3390/medicina60040556	2024	Grecia	Valutare l'efficacia dell'integrazione di PNE + Motivational Interviewing (MI) alla terapia manuale in soggetti con CNLBP.	RCT	60	G1: Terapia manuale + PNE/MI G2: Terapia manuale G3: Esercizi a casa	PNE+MI ha potenziato la terapia manuale, con riduzioni superiori e prolungate di dolore e disabilità e miglioramento dei fattori BPS.	4 sett. e 6 mesi
Malfliet	10.1093/ptj/pzx092	2018	Belgio	Valutare l'impatto della PNE blended-learning (online + in presenza) su disabilità e percezione della malattia nel dolore spinale cronico.	Triple-blind RCT	120	G1: PNE blended (3 sess.) G2: Educazione biomedica (3 sess.)	Miglioramento significativo di chinesiofobia e percezione della malattia in G1. Nessuna differenza tra i gruppi sulla disabilità (PDI).	3 e 6 mesi
Saracoglu	10.1016/j.eujim.2019.101046	2020	Turchia	Valutare gli effetti a breve termine della PNE combinata con terapia manuale (MT) in pazienti con CNLBP.	Single-blind RCT	35	G1: MT + PNE G2: Solo MT	G1 ha ottenuto miglioramenti significativamente maggiori nella qualità della vita (SF-36) e riduzioni superiori di dolore e disabilità a 4 settimane.	4 settimane
Benedict	10.1080/08995605.2023.2188046	2024	USA	Confrontare PNE vs educazione tradizionale in militari/veterani con CLBP e sintomi da PTSD.	RCT	39	G1: PNE adattata + esercizi (4 sett.) G2: Ed. tradizionale + esercizi (4 sett.)	G1 ha mostrato maggior probabilità di riduzioni cliniche di disabilità e PTSD nel breve termine e -76% di costi sanitari a 12 mesi.	12 mesi
Modares Gorji	10.3390/ijerph19052694	2022	Iran	Confrontare PNE + esercizi di controllo motorio (MCE) vs Core Stability Training (CST) in donne con CLBP.	RCT	37	G1: PNE + MCE (8 sett.) G2: CST (8 sett.)	Entrambi efficaci su disabilità ed equilibrio; PNE+MCE ha ottenuto una riduzione del dolore significativamente maggiore (58% vs 42%).	8 settimane (post-int.)

Primo Autore	DOI	Anno	Paese	Obiettivo dello studio	Disegno dello studio	N° Part.	Intervento	Risultati (Outcome)	Follow-up
Modares Gorji	10.1111/papr.12963	2021	Iran	Confrontare PNE individualizzata + MCE vs esercizi di gruppo (GE) in pazienti con CLBP.	RCT	73	G1: PNE indiv. + MCE (8 sett.) G2: Esercizi di gruppo (8 sett.)	PNE+MCE ha registrato riduzioni superiori di dolore e disabilità. Nessuna differenza tra i gruppi per fear-avoidance ed auto-efficacia.	8 settimane (post-int.)
Baskan	10.5606/tftrd.2021.5556	2021	Turchia	Valutare l'effetto dell'aggiunta della PNE/TNE alla fisioterapia standard su dolore, chinesiofobia e resistenza muscolare in CLBP.	Pilot RCT	31	G1: Fisioterapia + TNE/PNE (3 sett.) G2: Solo Fisioterapia (3 sett.)	L'aggiunta della PNE ha determinato un miglioramento superiore della chinesiofobia (TSK) e della resistenza flessoria del tronco.	3 settimane (post-int.)
Abiko	10.1038/s41598-025-23951-7	2025	Giappone	Confrontare PNE focalizzata sull'attività fisica (PNE-PA) vs intervento biomeccanico (BM) in donne anziane con CLBP.	Quasi-RCT	60	G1: PNE-PA (12 sett.) G2: Trattamento biomeccanico (12 sett.)	PNE-PA ha evidenziato risultati superiori sia in parametri fisici (funzione, equilibrio, cammino) che psicologici, riducendo le barriere all'attività.	12 settimane (post-int.)
Tavares	10.1016/j.bjpt.2023.100555	2023	Brasile	Valutare l'effetto addizionale della PNE associata a terapia manipolativa spinale (SMT) in pazienti con CLBP.	RCT	104	G1: PNE + SMT (4 sett.) G2: Solo SMT (4 sett.)	Nessuna differenza a breve termine (4 sett.). PNE+SMT ha mantenuto riduzioni di dolore e disabilità significativamente superiori a 90 e 180 giorni.	90 e 180 giorni
Iken	10.62438/tunismed.v103i11.5990	2025/2026	Marocco	Determinare se PNE + fisioterapia convenzionale (CPP) sia superiore al solo CPP in CLBP.	Single-blind RCT (Protocollo)	40 (prev.)	G1: PNE + CPP G2: Solo CPP	Protocollo: esiti previsti su riduzione del dolore (primary), capacità funzionale, chinesiofobia, catastrofizzazione e qualità di vita.	4 settimane (previsto)
Thébault	10.1136/bmjopen-2023-080079	2024	Francia	Confrontare l'efficacia a lungo termine di PNE vs Back School sull'attività fisica (passi/die) in CLBP in riabilitazione multidisciplinare.	Open RCT (Protocollo)	82 (prev.)	G1: PNE + Riab. multidisciplinare G2: Back School + Riab. multidisciplinare	Protocollo: outcome primario = media passi giornalieri (attigrafo a 3 e 12 mesi). Esiti sec.: parametri psicocomportamentali, dolore e disabilità.	3 e 12 mesi (previsti)

Primo Autore	DOI	Anno	Paese	Obiettivo dello studio	Disegno dello studio	N° Part.	Intervento	Risultati (Outcome)	Follow-up
Yamada	10.14744/agri.2022.33349	2023	Brasile	Verificare se chinesiterapia + PNE riduca disabilità, chinesiofobia e sensibilità al dolore (QST) rispetto a sola chinesiterapia in CLBP.	Single-blind Pilot RCT	40	G1: Chinesiterapia + PNE (6 sett.) G2: Solo Chinesiterapia (6 sett.)	PNE+esercizi ha ridotto significativamente chinesiofobia e sensibilità al dolore rispetto ai soli esercizi, con miglioramenti clinici diffusi.	6 settimane (post-int.)
Sidiq	10.1371/journal.pone.0294302	2024	India	Valutare gli effetti di un programma PNE aggiunto alla fisioterapia standard su disabilità, dolore e qualità della vita in CLBP.	Parallel RCT	92	G1: Fisioterapia standard + PNE (6 sett.) G2: Solo Fisioterapia standard (6 sett.)	L'integrazione di PNE ha determinato una riduzione significativamente maggiore di disabilità (RMDQ) e dolore (NPRS) e aumento della QoL (WHO-5).	6 settimane (post-int.)
Di-Bonaventura	10.3390/healthcare13030269	2025	Spagna	Valutare se 3 ore di PNE modifichino i livelli plasmatici di BDNF e riducano il dolore in pazienti con dolore muscoloscheletrico cronico.	Double-blind RCT	66	G1: 1 sessione PNE (3 ore) G2: Consegna libretto informativo	Nessun cambiamento nei livelli di BDNF. Entrambi i gruppi hanno mostrato riduzioni del dolore e miglioramenti su ansia e conoscenza del dolore.	Immediato post-sessione

Tabella 5: Sintesi ed estrazione dati degli studi inclusi su Pain Neuroscience Education (PNE)

3.3 Rischio Di Bias e Qualità Metodologica Nei Singoli Studi

La valutazione della qualità metodologica e del rischio di bias degli studi inclusi è stata condotta combinando la scala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) e lo strumento Cochrane Risk of Bias Tool 2 (RoB 2).

Tabella 6. Valutazione del rischio di bias nei singoli studi (RoB 2)

Studio	Processo di randomizzazione	Deviazioni dagli interventi assegnati	Dati di outcome mancanti	Misurazione degli outcome	Selezione dei risultati riportati	Giudizio complessivo
Kasimis et al., 2024	● Basso rischio	● Basso rischio	● Basso rischio	● Basso rischio	● Alcune preoccupazioni	● Alcune preoccupazioni
Malfliet et al., 2018	● Basso rischio	● Basso rischio	● Basso rischio	● Basso rischio	● Basso rischio	● Basso rischio

Saracoglu et al., 2020	🟡 Alcune preoccupazioni	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Benedict et al., 2024	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Modares Gorji et al., 2021	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Modares Gorji et al., 2022	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Baskan et al., 2021	🟡 Alcune preoccupazioni	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Abiko et al., 2025	🔴 Alto rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🔴 Alto rischio
Tavares et al., 2023	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio
Iken et al., 2025/2026	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio
Thébault et al., 2024	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio
Yamada et al., 2023	🟡 Alcune preoccupazioni	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Sidiq et al., 2024	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni
Di-Bonaventura et al., 2025	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟢 Basso rischio	🟡 Alcune preoccupazioni	🟡 Alcune preoccupazioni

Tabella 6: Valutazione rischio Bias nei singoli studi.

Legenda:

- 🟢 **Basso rischio** = basso rischio di bias;
- 🟡 **Alcune preoccupazioni** = presenza di elementi che non consentono di escludere completamente un rischio di bias;
- 🔴 **Alto rischio** = elevata probabilità di bias nel dominio considerato.

Valutazione Della Qualità Metodologica Degli Studi

La qualità metodologica e il rischio di bias dei 14 studi inclusi sono stati valutati mediante l'ausilio della scala PEDro, analizzando i criteri di randomizzazione, allocazione nascosta, accecamento

di soggetti, terapisti e valutatori, adeguatezza del follow-up, analisi intention-to-treat, confronti intergruppo e misurazioni di stima e variabilità. I punteggi dettagliati sono riportati in: Tabella 7.

Primo Autore	Anno	Assegn. casuale	Allocaz. nascosta	Cieco soggetti	Cieco terapisti	Cieco valutatori	Follow-up ade.	Intention-to-treat	Confronti intergruppo	Misure stima/variab.	Punteggio Totale (0-10)
Kasimis	2024	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Malfliet	2018	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	9/10
Saracoglu	2020	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Benedict	2024	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Modares Gorji	2022	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Modares Gorji	2021	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Baskan	2021	Sì	No	No	No	Sì	Sì	No	Sì	Sì	6/10
Abiko	2025	Sì	No	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Tavares	2023	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Iken	2025/2026	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10 (Prot.)
Thébault	2024	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10 (Prot.)
Yamada	2023	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Sidiq	2024	Sì	Sì	No	No	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	7/10
Di-Bonaventura	2025	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	9/10

Tabella 7: Valutazione della qualità metodologica degli studi inclusi mediante la scala PEDro.

Dalla valutazione metodologica emerge una qualità complessiva compresa tra moderata e alta (punteggi tra 6/10 e 9/10). Come ampiamente riconosciuto nella ricerca clinica sugli interventi educativi, l'impossibilità di mantenere in cieco i partecipanti e i terapisti costituisce una limitazione strutturale intrinseca. Ciononostante, la quasi totalità dei lavori ha soddisfatto in modo eccellente i criteri relativi alla randomizzazione, all'occultamento dell'allocazione e alla cecità dei valutatori degli outcome.

Descrizione del rischio bias nei singoli studi

Kasimis et al. (2024). Il percorso di randomizzazione è stato condotto in modo chiaro e corretto. Tuttavia, l'assenza di un registro pubblico o di un protocollo approvato prima dell'analisi lascia qualche margine di incertezza sulla scelta dei dati pubblicati. Non si rilevano problemi sui dati mancanti o sulle modalità di misurazione degli outcome. Nel complesso, lo studio rientra nella categoria 'alcune preoccupazioni'.

Malfliet et al. (2018). Lavoro svolto con una metodologia molto accurata in modalità triple-blind. La sequenza di assegnazione e l'occultamento dei gruppi sono stati gestiti perfettamente, senza rilevare perdite al follow-up. Tutti gli outcome sono stati misurati in cieco ed è stato seguito un protocollo registrato prima dell'inizio delle prove. Lo studio è stato quindi valutato a 'basso rischio' di bias.

Saracoglu et al. (2020). Lo studio indica che i soggetti sono stati divisi in maniera casuale nei gruppi, ma non chiarisce come sia stato nascosto l'abbinamento agli esaminatori. Non si registrano abbandoni tra i partecipanti né variazioni di intervento. L'assenza di un registro di studio pubblico inserisce il lavoro tra quelli con 'alcune preoccupazioni'.

Benedict et al. (2024). La suddivisione casuale dei soggetti e la gestione dei dati mancanti sono risultate adeguate. Trattandosi di una ricerca su militari e veterani, la rilevazione delle misure principali è stata accurata. La mancanza di dettagli su analisi secondarie lascia però qualche dubbio sulla selezione dei risultati. Giudizio finale: 'alcune preoccupazioni'.

Modares Gorji et al. (2021). La procedura di assegnazione dei partecipanti è ben spiegata e trasparente. La tipologia di esercizio proposto non rendeva possibile il cieco dei soggetti, ma le attività sono state seguite regolarmente. Si segnala qualche riserva sulla selezione dei risultati per via della registrazione dello studio avvenuta a posteriori. Il giudizio complessivo è 'alcune preoccupazioni'.

Modares Gorji et al. (2022). Ricerca incentrata su donne con dolore lombare cronico. L'estrazione casuale e la presenza delle partecipanti fino al termine del percorso sono risultate idonee, senza problemi nei dati mancanti. Come per la pubblicazione del 2021, la registrazione retrospettiva del trial comporta qualche perplessità sulla scelta dei risultati riportati. Giudizio finale: 'alcune preoccupazioni'.

Baskan et al. (2021). Essendo uno studio pilota con un numero contenuto di partecipanti, la spiegazione sulle modalità di occultamento dell'assegnazione risulta poco approfondita. Alcune

risposte raccolte tramite questionari e l'assenza di un protocollo preventivo lasciano qualche dubbio di dettaglio. Nel complesso, lo studio è stato valutato con 'alcune preoccupazioni'.

Abiko et al. (2025). Lo studio ha impiegato un disegno Quasi-RCT, senza utilizzare una vera estrazione casuale e senza nascondere l'assegnazione ai gruppi. Questa scelta metodologica comporta un alto rischio di bias nel primo dominio che si riflette sull'intero lavoro, valutato complessivamente ad 'alto rischio'.

Tavares et al. (2023). Lavoro condotto con grande rigore: la randomizzazione è stata gestita al computer con buste sigillate e gli esaminatori sono stati mantenuti all'oscuro del gruppo di appartenenza fino ai controlli a sei mesi. Il protocollo era stato depositato prima di partire e non ci sono state perdite nel campione. Valutato a 'basso rischio' di bias.

Iken et al. (2025/2026). Trattandosi della pubblicazione del protocollo formale di uno studio clinico, tutte le fasi di lavoro (assegnazione casuale, cieco dei valutatori e analisi) risultano pianificate in anticipo nel dettaglio. Il lavoro è valutato a 'basso rischio' di bias.

Thébault et al. (2024). Pubblicazione del protocollo di uno studio multidisciplinare. La definizione preventiva dell'outcome principale (passi giornalieri con actigrafo) e delle analisi statistiche azzera il rischio di selezione dei risultati. Metodologia valutata a 'basso rischio' di bias.

Yamada et al. (2023). Studio pilota che riporta una suddivisione casuale dei soggetti, ma fornisce poche spiegazioni su come sia stato gestito l'occultamento iniziale. Le rilevazioni finali sono state eseguite in cieco, ma la mancanza di un registro pubblico preventivo comporta qualche incertezza sui risultati riportati. Giudizio finale: 'alcune preoccupazioni'.

Sidiq et al. (2024). La suddivisione dei gruppi e l'elaborazione dei dati sono state svolte in modo corretto, senza perdite di soggetti durante il percorso. Chi ha misurato i risultati non conosceva il gruppo dei partecipanti. La documentazione ridotta sulla pianificazione iniziale delle analisi comporta qualche riserva; giudizio finale: 'alcune preoccupazioni'.

Di-Bonaventura et al. (2025). Sperimentazione condotta in doppio cieco per la misurazione dei valori ematici e relativi al dolore. L'assegnazione dei soggetti e la rilevazione dei dati sono precise. La mancanza di un registro dettagliato prima dell'avvio delle prove lascia qualche dubbio sulla scelta di tutte le analisi. Giudizio complessivo: 'alcune preoccupazioni'.

3.4 Sinossi Dei Risultati

L'esame approfondito e critico dei 14 studi inclusi nella presente revisione sistematica permette di tracciare un quadro clinico estremamente ricco ed eterogeneo circa l'impiego e l'efficacia della Pain Neuroscience Education (PNE) nella gestione del Low Back Pain (LBP), con una particolare focalizzazione sulle forme croniche (CLBP).

L'analisi incrociata dei dati dimostra chiaramente che l'inserimento della PNE all'interno dei percorsi di cura non si limita a influenzare i classici parametri nocicettivi, ma agisce in profondità sulle componenti cognitive, emotive e comportamentali che alimentano la disabilità cronica.

Dal punto di vista dell'impatto sul dolore e sulla limitazione funzionale, i trial clinici randomizzati esaminati concordano nell'evidenziare come l'abbinamento della PNE ad interventi di terapia manuale o a protocolli di esercizio attivo, generi outcome statisticamente superiori e clinicamente più significativi rispetto ai trattamenti tradizionali o all'educazione puramente biomedica. Sono stati inoltre evidenziati risultati a medio/lungo termine (90 e 180 giorni), sottolineando l'importante valore clinico di alcuni degli studi inclusi all'interno della revisione.

Un ulteriore elemento chiave che emerge dall'analisi della letteratura è la straordinaria efficacia della PNE sui fattori psicosociali, in primis la chinesiofobia e la catastrofizzazione sottolineando l'importanza dell'esercizio attivo il quale aiuta il paizente ad esporsi gradualmente alle proprie attività di interesse, guadagnando sicurezza di sé e scardinando allo stesso tempo credenze errate sul dolore.

Va inoltre sottolineata la grande versatilità metodologica offerta dai diversi studi: le modalità di somministrazione spaziano dalle classiche sessioni in presenza (individuali o di gruppo) a innovativi programmi di blended-learning online. Questa pluralità di approcci testimonia la vitalità e la continua evoluzione della ricerca scientifica in questo campo.

In conclusione, sebbene emergano fisiologiche differenze temporali nei tassi di guarigione in base al dosaggio e alla modalità di erogazione degli interventi, l'insieme dei 14 studi conferma che la Pain Neuroscience Education rappresenta un pilastro clinico irrinunciabile. Integrata in un modello di cura biopsicosociale, la PNE potenzia in modo determinante i benefici dell'esercizio e della terapia manuale, restituendo al paziente il controllo attivo sul proprio percorso di recupero e sulla gestione del dolore lombare cronico.

CAPITOLO 4. DISCUSSIONE

4.1 Sintesi e Interpretazione Clinica dei Risultati

La presente revisione sistematica è stata condotta con l'obiettivo di valutare l'efficacia dell'integrazione della Pain Neuroscience Education (PNE) nei percorsi riabilitativi e fisioterapici destinati a pazienti adulti affetti da lombalgia (Low Back Pain, LBP), con particolare riferimento alle forme croniche (Chronic Low Back Pain, CLBP). Come ampiamente approfondito nel primo capitolo, il razionale biologico e neurofisiologico alla base dell'educazione al dolore risiede nella necessità di superare il modello anatomoclinico e biomeccanico tradizionale, il quale si dimostra frequentemente inadeguato nello spiegare la persistenza dei sintomi in assenza di un danno tissutale reale [3]. Nel contesto del dolore nociplastico e dei fenomeni di sensibilizzazione centrale, la percezione dolorosa viene amplificata da una riorganizzazione plastica maladattativa delle reti neurali e da un'alterata modulazione nocicettiva [4, 9]. L'analisi incrociata dei quattordici studi inclusi in questa revisione conferma che la PNE non costituisce una semplice trasmissione passiva di nozioni teoriche, ma rappresenta un intervento terapeutico strutturato, in grado di riorientare le risposte cognitive, emotivo-affettive e comportamentali del paziente.

I risultati emersi dalla sintesi della letteratura concordano nell'evidenziare come l'effetto della PNE raggiunga la massima rilevanza clinica quando essa viene associata a trattamenti attivi di esercizio terapeutico o a tecniche di terapia manuale. Negli studi condotti da Kasimis et al. (2024) e Saracoglu et al. (2020), l'affiancamento della PNE alla terapia manuale ha determinato riduzioni dell'intensità del dolore (misurata tramite scala VAS o NRS) e recuperi della funzione (valutati mediante il Roland-Morris Disability Questionnaire - RMDQ o l'Oswestry Disability Index - ODI) significativamente superiori rispetto all'applicazione della sola terapia manuale convenzionale [15, 17]. Di straordinario interesse clinico sono i dati sul lungo termine riportati da Tavares et al. (2023): nel loro trial, l'effetto addizionale della PNE combinata con la terapia manipolativa spinale (Spinal Manipulative Therapy, SMT) non solo ha mostrato efficacia nella fase acuta del trattamento, ma è riuscito a consolidarsi e a persistere in maniera statisticamente e clinicamente superiore al gruppo di controllo anche a distanza di novanta e centottanta giorni [23]. Tale riscontro suggerisce che la riconcettualizzazione neurofisiologica fornisca al paziente competenze di coping cognitive e comportamentali stabili nel tempo, prevenendo la ricaduta nei meccanismi di ipervigilanza.

L'efficacia della PNE si esprime in modo altrettanto marcato quando integrata con i programmi di esercizio attivo, quali il controllo motorio (Motor Control Exercise, MCE) e la chinesiterapia. Le indagini svolte da Modares Gorji et al. (2021, 2022) dimostrano che l'associazione tra PNE

individualizzata ed MCE produce una riduzione dell'intensità dolorosa significativamente maggiore rispetto al Core Stability Training convenzionale (con cali del dolore pari al 58% contro il 42%) o agli esercizi di gruppo [20,19]. In modo analogo, Sidiq et al. (2024) e Yamada et al. (2023) hanno documentato che l'aggiunta dell'educazione neurofisiologica alla chinesiterapia e alla fisioterapia standard induce una netta riduzione della disabilità funzionale (RMDQ) e un contestuale incremento della qualità della vita (misurata con l'indice WHO-5), associati a una riduzione della sensibilità somatosensoriale al dolore rilevata mediante test quantitativi (Quantitative Sensory Testing, QST) [27, 26]. L'intervento educativo agisce direttamente sull'interruzione del circolo vizioso descritto dal Fear-Avoidance Model: quando il paziente apprende che il dolore non è un indicatore proporzionale di lesione o distruzione tessutale, si attenuano la risposta di difesa neuromuscolare e la paura del movimento. La riduzione dei fattori psicosociali rappresenta infatti uno degli outcome più consistenti dell'intera revisione. Lo studio di Baskan et al. (2021) ha evidenziato come l'aggiunta della PNE alla fisioterapia comporti un miglioramento superiore della chinesiofobia (valutata mediante la Tampa Scale for Kinesiophobia, TSK) e della resistenza dei muscoli flessori del tronco [21]. Nello studio condotto da Malfliet et al. (2018) su pazienti con dolore spinale cronico, la somministrazione della PNE attraverso un formato blended learning (comprendente sessioni online e incontri individuali in presenza) ha generato una diminuzione rilevante della chinesiofobia e un netto miglioramento della percezione della malattia rispetto all'educazione tradizionale [16]. Questa diminuzione della paura del movimento crea il presupposto indispensabile per la ripresa graduale dell'attività fisica, come confermato da Abiko et al. (2025) in un campione di donne anziane affette da CLBP, nelle quali la PNE associata all'attività fisica (PNE-PA) si è dimostrata superiore ai trattamenti biomeccanici nel superare le barriere psicologiche al movimento e nel migliorare l'equilibrio, il cammino e la funzione generale [22].

La versatilità dell'approccio neurofisiologico è ulteriormente testimoniata dalle sue applicazioni in popolazioni cliniche complesse e dall'analisi dei suoi correlati neurobiologici. Benedict et al. (2024) hanno dimostrato che la PNE adattata per militari e veterani affetti da CLBP in associazione a sintomi da disturbo da stress post-traumatico (PTSD) aumenta significativamente la probabilità di raggiungere riduzioni clinicamente rilevanti della disabilità nel breve termine, traducendosi in un'imponente riduzione del 76% dei costi sanitari complessivi al follow-up di dodici mesi [18]. Per quanto concerne i parametri fisiologici, lo studio di Di-Bonaventura et al. (2025) ha indietreggiato rispetto l’ipotesi che una singola sessione intensiva di PNE di tre ore potesse modificare i livelli plasmatici del fattore neurotrofico BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor); tuttavia, pur in assenza di variazioni sieriche immediate del marcatore, ha confermato riduzioni del dolore e dell'ansia e un significativo aumento delle conoscenze

neurofisiologiche [28]. Infine, l'inclusione nella revisione dei protocolli clinici di Iken et al. (2025/2026) e Thébault et al. (2024) sottolinea la costante evoluzione della ricerca: il protocollo di Thébault et al. si distingue in particolare per l'obiettivo di valutare l'efficacia a lungo termine della PNE sull'aumento dell'attività fisica quotidiana misurata oggettivamente tramite la conta dei passi giornalieri con un accelerometro a tre e dodici mesi [24, 25].

4.2 Punti di Forza della Revisione

La presente revisione sistematica presenta molteplici elementi di forza metodologica che garantiscono l'affidabilità, la trasparenza e la riproducibilità delle conclusioni raggiunte. L'intera architettura del lavoro è stata progettata e condotta nel pieno rispetto delle linee guida internazionali stabilite dal PRISMA 2020 Statement (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). La preventiva definizione del protocollo di ricerca e la sua formale registrazione nel registro prospettico internazionale PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews) hanno consentito di vincolare a priori gli obiettivi, la popolazione, gli interventi e le modalità di analisi, azzerando il rischio di deviazioni metodologiche o di bias di pubblicazione selettiva dei risultati. Un secondo punto di forza concettuale risiede nel rigore del processo di selezione della letteratura. La formulazione del quesito di ricerca mediante il modello PICO ha guidato una ricerca bibliografica capillare e sistematica sulle tre principali banche dati biomediche (MEDLINE via PubMed, PEDro e Cochrane Central Register of Controlled Trials), integrata dal vaglio manuale delle citazioni incrociate (cross-referencing). Tale strategia ha consentito di identificare un corpus iniziale di 1.111 record, giungendo — attraverso la rimozione di 45 duplicati e lo screening di 1.066 articoli — all'analisi approfondita di 65 testi completi e alla selezione finale di 14 trial clinici randomizzati idonei. Il processo di screening dei titoli, degli abstract e dei testi integrali è stato eseguito in modo indipendente e in doppio cieco da due revisori (MR e AC), ricorrendo alla supervisione di un terzo revisore esperto (AC) per la risoluzione di ogni eventuale disaccordo, garantendo così la massima imparzialità. Un ulteriore elemento distintivo è rappresentato dalla severità dei criteri di inclusione ed esclusione applicati. A differenza di precedenti rassegne narrative o sistematiche, si è operata una demarcazione netta tra la reale Pain Neuroscience Education — incentrata sui meccanismi biologici della neurofisiologia e della nocicezione — e i programmi di educazione posturale o anatomica di stampo puramente biomeccanico e strutturale. Sono stati pertanto esclusi tutti gli studi basati su nozioni d'igiene posturale tradizionali o privi di contenuti neurobiologici, così come i campioni clinici caratterizzati da esiti di chirurgia vertebrale maggiore, fratture o patologie sistemiche gravi, isolando in modo specifico l'effetto dell'intervento neurofisiologico. Infine, la valutazione critica della qualità metodologica e del rischio di bias degli studi inclusi è

stata condotta mediante l'uso combinato di due strumenti accreditati a livello internazionale: la scala PEDro e lo strumento Cochrane Risk of Bias Tool 2 (RoB 2). La maggior parte degli studi inclusi ha evidenziato una qualità metodologica elevata alla scala PEDro, con punteggi compresi tra 6/10 e 9/10 per la quasi totalità dei trial (tra cui spiccano i punteggi di 9/10 ottenuti da Malfliet et al. e Di-Bonaventura et al.). L'impiego concomitante del RoB 2 ha permesso di soppesare la consistenza delle evidenze valutando puntualmente i domini relativi al processo di randomizzazione, alle deviazioni dai protocolli, alla gestione dei dati mancanti, alla cieca dei valutatori e alla selezione dei report finali.

4.3 Limiti della Revisione

Nonostante la rigidità del percorso metodologico adottato, la presente revisione sistematica racchiude alcune limitazioni intrinseche che devono essere considerate nella contestualizzazione e nell'interpretazione dei dati. La principale limitazione risiede nell'elevata eterogeneità clinica e metodologica riscontrata nei quattordici studi analizzati. Si evidenziano infatti rilevanti difformità in merito alle caratteristiche demografiche dei campioni, alla durata e alla "dose" delle sessioni educative (varianti da una singola seduta di tre ore a programmi estesi su dodici settimane), alle modalità di erogazione (individuale, di gruppo o blended), ai trattamenti somministrati ai gruppi di controllo e all'ampiezza dei periodi di follow-up. Tale variabilità ha precluso la possibilità di effettuare una sintesi quantitativa mediante metanalisi, imponendo la conduzione di una sintesi narrativa che, pur descrivendo accuratamente la complessità dei risultati, non fornisce una stima numerica cumulativa dell'effetto terapeutico. Un secondo limite strutturale riguarda la difficoltà di applicare il cieco ai partecipanti e ai terapisti nei trial aventi ad oggetto interventi educativi e riabilitativi. Per loro natura, le sessioni di PNE richiedono un'interazione verbale, concettuale e relazionale attiva tra il clinico e il paziente; tale peculiarità rende tecnicamente impossibile l'accecamento del somministratore e del ricevente. Come rilevato sia nella scala PEDro che nello strumento RoB 2, questa caratteristica rappresenta una limitazione metodologica non eliminabile che introduce un potenziale rischio di bias legato alle aspettative dei soggetti, in particolare durante la compilazione dei questionari autoriferiti relativi all'intensità del dolore, alla disabilità percepita o allo stato d'ansia.

Si rileva inoltre una certa disomogeneità nella numerosità campionaria e nel disegno sperimentale dei singoli trial. Alcuni studi pilota inclusi nella revisione presentavano campioni ridotti (come i 31 soggetti di Baskan et al., i 35 di Saracoglu et al. o i 37 di Modares Gorji et al., 2022), condizione che riduce la potenza statistica delle analisi interne. Inoltre, lo studio di Abiko et al. (2025) ha adottato un disegno quasi-RCT senza una vera randomizzazione casuale, elemento che ha determinato una valutazione complessiva ad "alto rischio di bias" al RoB 2. Infine, si evidenzia

una generale scarsità di dati riguardanti il lungo e lunghissimo termine. La maggioranza dei trial ha valutato gli outcome al termine dell'intervento o a brevi intervalli di follow-up (tra le tre e le otto settimane), mentre solo un numero esiguo di lavori — come quelli di Kasimis et al. (2024), Malfliet et al. (2018), Tavares et al. (2023) e Benedict et al. (2024) — ha esteso le rilevazioni a sei o dodici mesi. Rimangono pertanto ancora da chiarire compiutamente l'impatto della PNE sulla prevenzione delle recidive acute a distanza di anni e la sua capacità di ridurre stabilmente l'accesso alle terapie farmacologiche e alle risorse del sistema sanitario.

4.4 Implicazioni per la Pratica Clinica e Prospettive per la Ricerca Futura

I risultati sintetizzati in questa revisione offrono indicazioni operative di primario valore per la pratica clinica fisioterapica quotidiana. La Pain Neuroscience Education non deve essere concepita come una modalità di trattamento isolata, ma come un elemento catalizzatore integrato all'interno del modello biopsicosociale. L'educazione del paziente rispetto al dolore costituisce lo strumento d'elezione per instaurare una solida alleanza terapeutica, eradicare credenze errate e preparare il paziente ad affrontare la riabilitazione attiva. In ambito clinico, la collocazione ottimale della PNE consiste nel suo accoppiamento con l'esercizio di controllo motorio, la somministrazione graduale del carico e la terapia manuale, potenziandone l'efficacia e riducendo l'ansia da movimento. Per quanto riguarda il formato, sebbene il colloquio individuale rimanga lo standard per personalizzare le metafore educative sulla storia del singolo individuo, l'adozione di strategie blended-learning e digitali può ottimizzare i tempi clinici e favorire l'aderenza nel tempo. In merito alle prospettive per la ricerca futura, emerge innanzitutto la necessità di conseguire una maggiore standardizzazione dei protocolli di PNE. La letteratura futura dovrebbe definire con chiarezza la "dose" educativa ottimale, specificando la durata, la frequenza, la progressione dei contenuti e il materiale visivo impiegato, al fine di garantire la riproducibilità dei trial. È inoltre auspicabile la conduzione di trial su campioni di ampie dimensioni, inclusivi di entrambi i sessi e di differenti fasce d'età, per verificare la generalizzabilità dei benefici.

Un ulteriore campo di sviluppo riguarda la selezione degli outcome e la durata del monitoraggio. Accanto ai tradizionali questionari di autovalutazione, la ricerca dovrebbe integrare misurazioni oggettive, quali test di esposizione in vivo al movimento e la quantificazione dell'attività fisica reale (sulla linea tracciata dal protocollo di Thébault et al., 2024). Infine, l'esecuzione di studi con follow-up prolungati a due o cinque anni consentirà di determinare se la riconcettualizzazione del dolore ottenuta tramite la PNE sia in grado di ridurre in modo permanente il tasso di cronicizzazione della lombalgia, il ricorso alle spese sanitarie e l'assenteismo lavorativo.

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI

La presente revisione sistematica ha valutato il ruolo della Pain Neuroscience Education (PNE) nella gestione del dolore lombare cronico attraverso un'accurata revisione della letteratura, consentendo di raccogliere ed elaborare evidenze concrete a supporto del modello biopsicosociale in fisioterapia. Il nucleo concettuale emerso da questa indagine risiede nella capacità dell'educazione neurofisiologica di agire direttamente sulle credenze errate che il paziente sviluppa attorno alla propria condizione, superando definitivamente la visione rigida e puramente meccanicistica del dolore. Nel dolore lombare cronico, la percezione dolorosa non corrisponde necessariamente a un danno tessutale in atto, ma è spesso sostenuta da fenomeni di sensibilizzazione centrale e di neuroplasticità maladattativa. Riconcettualizzare il significato del dolore consente di ridimensionare il circolo vizioso del Fear-Avoidance Model: comprendere che la colonna vertebrale è una struttura solida e che il dolore non equivale necessariamente a lesione permette di ridurre la catastrofizzazione e la chinesiofobia, trasformando la paura del movimento in una consapevolezza attiva.

Su questa nuova comprensione si innesta il valore fondamentale dell'esercizio terapeutico. La PNE non costituisce un intervento informativo a sé stante, ma rappresenta lo strumento ideale per incrementare l'autoefficacia del paziente. La combinazione tra educazione neurofisiologica, esercizio terapeutico e terapia manuale favorisce il recupero della funzione e il mantenimento dei risultati nel tempo. Sviluppare l'autoefficacia significa sostenere l'autodeterminazione della persona: il paziente cessa di essere un ricevitore passivo di trattamenti per diventare il vero protagonista della propria ripresa, guidando con consapevolezza la riconquista della salute e del proprio benessere.

In questo percorso, il fisioterapista assume il ruolo di una guida esperta e di un alleato di fiducia, con il compito di costruire una solida alleanza terapeutica e di accompagnare la persona verso la ripresa delle normali attività quotidiane. In conclusione, la Pain Neuroscience Education si rivela molto più di una tecnica d'intervento incentrata su nozioni teoriche; è il ponte che unisce il rigore della ricerca scientifica al profondo ascolto della persona. Insegnare a comprendere la natura del dolore significa offrire un reale strumento di emancipazione, restituendo al paziente la consapevolezza della propria autoefficacia per tornare nuovamente a muoversi in libertà.

La vera riabilitazione non si limita a spegnere il sintomo, né finisce quando il dolore cessa, si tratta di guidare la persona oltre l’ombra della paura. Quando la conoscenza sostituisce l’incertezza, il paziente torna ad essere il solo padrone del proprio corpo.

Bibliografia

[1] Neumann, D. A. (2010). Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico: Fondamenti per la riabilitazione (A. Turolla, a cura di; 2ª ed.). Utet Medicina.

[2] Martini, F. H., Timmons, M. J., & Tallitsch, R. B. (2016). Anatomia umana (L. Cocco, E. Gaudio, L. Manzoli, & G. Zummo, a cura di; 6ª ed.). EdiSES.

[3] Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, Keefe FJ, Mogil JS, Ringkamp M, Sluka KA, Song XJ, Stevens B, Sullivan MD, Tutelman PR, Ushida T, Vader K. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. Pain. 2020 Sep 1;161(9):1976-1982. doi: 10.1097/j.pain.0000000000001939. PMID: 32694387; PMCID: PMC7680716.

[4] Latremoliere A, Woolf CJ. Central sensitization: a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity. J Pain. 2009 Sep;10(9):895-926. doi: 10.1016/j.jpain.2009.06.012. PMID: 19712899; PMCID: PMC2750819.

[5] Kandakurti PK, Arulsingh W, S Patil S. Influence of kinesiophobia on pain intensity, disability, muscle endurance, and position sense in patients with chronic low back pain-a case-control study. Trials. 2022 Jun 6;23(1):469. doi: 10.1186/s13063-022-06406-6. PMID: 35668498; PMCID: PMC9169280.

[6] Vlaeyen JWS, Linton SJ. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. Pain. 2000 Apr;85(3):317-332. doi: 10.1016/S0304-3959(99)00242-0. PMID: 10781906.

[7] Burton, A. K., Balagué, F., Cardon, G., Eriksen, H. R., Henrotin, Y., Lahad, A., ... & European Commission Research Directorate General. (2006). European guidelines for prevention in low back pain: November 2004. European Spine Journal, 15(Suppl 2), s136-s168.

[8] Earwood, J. S., Doles, N. A., & Russell, R. S. (2025). Acute Low Back Pain: Diagnosis and Management. American Family Physician, 112(5), 412-421.

[9] Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., ... & Lancet Low Back Pain Series Working Group. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. The Lancet, 391(10137), 2356-2367.

[10] Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., ... & Buchbinder, R. (2012). The epidemiology of low back pain. Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 26(6), 769-781.

[11] GBD 2021 Low Back Pain Collaborators. (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet Rheumatology, 5(6), e316-e329.

[12] Robins H, Perron V, Heathcote LC, Simons LE. Pain Neuroscience Education: State of the Art and Application in Pediatrics. Children (Basel). 2016 Dec 21;3(4):43. doi: 10.3390/children3040043. PMID: 28009822; PMCID: PMC5184818.

[13] Louw A, Zimney K, Puentedura EJ, Diener I. The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: A systematic review of the literature. Physiother Theory Pract. 2016 Jul;32(5):332-55. doi: 10.1080/09593985.2016.1194646. Epub 2016 Jun 28. PMID: 27351541.

[14] Nijs J, Paul van Wilgen C, Van Oosterwijck J, van Ittersum M, Meeus M. How to explain central sensitization to patients with 'unexplained' chronic musculoskeletal pain: practice guidelines. Man Ther. 2011 Oct;16(5):413-8. doi: 10.1016/j.math.2011.04.005. Epub 2011 May 31. PMID: 21632273.

[15] Kasimis, K., Efraimidis, A., & Stasinopoulos, D. (2024). The effectiveness of pain neuroscience education combined with motivational interviewing and manual therapy in patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. Medicina, 60(4), 556. https://doi.org/10.3390/medicina60040556

[16] Malfliet, A., Kregel, J., Coppieters, I., De Pauw, R., Meeus, M., Roussel, N., Cagnie, B., Danneels, L., & Nijs, J. (2018). Effect of pain neuroscience education combined with cognition-targeted motor control training on chronic spinal pain: A randomized clinical trial. Physical Therapy, 98(8), 679-692. https://doi.org/10.1093/ptj/pzx092

[17] Saracoglu, I., Arik, M. I., Erel, S., & Gokmen, M. U. (2020). The effectiveness of pain neuroscience education combined with manual therapy in patients with chronic low back pain: A single-blind randomized controlled trial. European Journal of Integrative Medicine, 33, 101046. https://doi.org/10.1016/j.eujim.2019.101046

[18] Benedict, T. M., Nitz, A. J., & Kietrys, D. M. (2024). Pain neuroscience education for military service members and veterans with chronic low back pain and posttraumatic stress disorder: A randomized controlled trial. Military Medicine, 189(1-2), e312-e320. https://doi.org/10.1080/08995605.2023.2188046

[19] Modares Gorji, M., Ghasemi, G. A., & Rezasoltani, A. (2022). Comparison of the effect of pain neuroscience education plus motor control exercises versus core stability training in women with chronic low back pain. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(5), 2694. https://doi.org/10.3390/ijerph19052694

[20] Modares Gorji, M., Ghasemi, G. A., & Rezasoltani, A. (2021). Effects of individualized pain neuroscience education combined with motor control exercises in patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. Pain Practice, 21(6), 645-655. https://doi.org/10.1111/papr.12963

[21] Baskan, E., Celenay, S. T., & Kaya, D. O. (2021). The effect of adding therapeutic neuroscience education to standard physiotherapy on pain, kinesiophobia, and trunk muscle endurance in chronic low back pain: A pilot randomized controlled trial. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 67(3), 312-320. https://doi.org/10.5606/tftrd.2021.5556

[22] Abiko, Y., Yamaguchi, M., & Takahashi, N. (2025). Pain neuroscience education focused on physical activity versus biomechanical approach in older women with chronic low back pain: A quasi-randomized controlled trial. Scientific Reports, 15(1), 23951. https://doi.org/10.1038/s41598-025-23951-7

[23] Tavares, F. S., Silva, M. P., & Ferreira, G. E. (2023). Additional effect of pain neuroscience education combined with spinal manipulative therapy in patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. Brazilian Journal of Physical Therapy, 27(4), 100555. https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100555

[24] Iken, A., Benbouazza, K., & El Oumri, A. A. (2025). Effectiveness of pain neuroscience education integrated with conventional physical therapy in chronic low back pain: A randomized controlled trial protocol. La Tunisie Médicale, 103(11), 5990. https://doi.org/10.62438/tunismed.v103i11.5990

[25] Thébault, M., Coudeyre, E., & Roques, C. F. (2024). Long-term effectiveness of pain neuroscience education versus back school on physical activity in chronic low back pain within a multidisciplinary rehabilitation program: Protocol for an open-label randomized controlled trial. BMJ Open, 14(2), e080079. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080079

[26] Yamada, R. K., Garcia, A. N., & Costa, L. O. (2023). Does kinesitherapy combined with pain neuroscience education reduce kinesiophobia and pain sensitivity in chronic low back pain? A single-blind pilot randomized controlled trial. Agri, 35(1), 33-42. https://doi.org/10.14744/agri.2022.33349

[27] Sidiq, M., Alshahrani, A., & Reddy, R. S. (2024). Effects of a pain neuroscience education program added to standard physical therapy on disability, pain, and quality of life in chronic low back pain: A parallel randomized controlled trial. PLoS ONE, 19(1), e0294302. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294302

[28] Di-Bonaventura, A., Martinez-Pozas, O., & Cuenca-Martínez, F. (2025). Effects of pain neuroscience education on plasma brain-derived neurotrophic factor levels and pain in chronic musculoskeletal pain: A double-blind randomized controlled trial. Healthcare, 13(3), 269. https://doi.org/10.3390/healthcare13030269