



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE E NEUROMOTORIE - DIBINEM

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA

**“ESISTE UNA RELAZIONE TRA CATASTROFIZZAZIONE,  
PAURA CORRELATA AL DOLORE E COMPORTAMENTO  
MOTORIO NEI SOGGETTI CON LOW BACK PAIN NON  
SPECIFICO?  
UNA REVISIONE SISTEMATICA CON META-ANALISI”**

Tesi di laurea in Terapia Manuale

Relatrice

Prof.ssa Alessia Fabbri

Presentata da

Nicola Raggi

---

Sessione I, novembre 2025

Anno Accademico 2025/2026



## ABSTRACT

**Introduzione.** Il low back pain rappresenta una delle principali cause di disabilità al mondo e, nella maggior parte dei casi, non è attribuibile a una causa specifica. Le linee guida raccomandano l'adozione di un modello biopsicosociale per la gestione del low back pain, e la letteratura recente ha evidenziato il ruolo determinante dei fattori psicologici nel mantenimento del dolore e della disabilità. L'obiettivo di questa revisione è indagare la relazione tra due dimensioni psicologiche, la catastrofizzazione del dolore e la paura correlata al dolore, e il comportamento motorio spinale, attraverso misure biomeccaniche.

**Metodi.** La ricerca, condotta secondo le linee guida PRISMA 2020 fino a luglio 2025 su PubMed, Cochrane Library, Web of Science e Scopus ha incluso anche studi individuati da revisioni precedenti. Sono stati inclusi soggetti adulti con diagnosi di NSLBP per i quali fossero valutati catastrofizzazione e/o paura correlata al dolore e almeno una tra le seguenti misure: ROM spinale, indicatori di velocità, variabilità o coordinazione spinali. La valutazione metodologica è stata effettuata tramite le seguenti quattro scale in base al disegno di studio analizzato: NOS per studi cross sectional e case-control, Quality Assessment Tool per studi case series e pre-post. Sono state condotte una sintesi dei risultati qualitativa e cinque metanalisi tramite un approccio a effetti casuali multilevel a due livelli per tipo di correlazione.

**Risultati.** Sono state incluse 28 popolazioni da 24 studi. La qualità metodologica è risultata nella maggior parte dei casi moderata. I risultati degli studi sono stati suddivisi per coerenza tra correlazioni che valutavano sia lo stesso aspetto psicologico che motorio. Dalla metanalisi sono emerse evidenze di associazioni deboli e significative tra scale generiche di paura correlata al dolore e indicatori di velocità spinale ( $r = -0.17$ , IC 95%: [-0.23; 0.11],  $P < 0.001$ ) e tra catastrofizzazione e ROM in flessione ( $r = -0.22$ , IC 95%: [-0.35; -0.08];  $P = 0.004$ ). Risultati simili ma non significativi sono emersi tra scale generiche di paura correlata al dolore e ROM in flessione ( $r = -0.11$ , IC 95%: [-0.23; 0.02],  $P = 0.09$ ).

**Discussione.** La paura correlata al dolore e la catastrofizzazione risultano debolmente associate a un comportamento motorio spinale protettivo. La modestia di tale associazione potrebbe dipendere dall'utilizzo di misure generiche, mentre misure task-specifiche per la paura sarebbero più sensibili nel rilevare questa relazione. Inoltre, tali fattori non rappresentano gli unici mediatori del comportamento motorio nel low back pain. I risultati, da prendere con cautela, mostrano che soggetti con maggiori livelli di catastrofizzazione, paura e credenze disfunzionali tendevano a mostrare movimenti più lenti, rigidi e limitati, coerenti con strategie di protezione e di evitamento del dolore.



## ABSTRACT

**Background.** Low back pain is one of the leading causes of disability worldwide and, in most cases, cannot be attributed to a specific cause. Current guidelines recommend a biopsychosocial model for its management, and recent literature has highlighted the crucial role of psychological factors in the maintenance of pain and disability. The aim of this review was to investigate the relationship between two key psychological dimensions, pain catastrophizing and pain-related fear, and spinal motor behavior.

**Methods.** The review was conducted according to the PRISMA 2020 guidelines up to July 2025 using PubMed, Cochrane Library, Web of Science, and Scopus databases, supplemented by studies identified from previous systematic reviews. Eligible participants were adults diagnosed with NSLBP in whom pain catastrophizing and/or pain-related fear were assessed, along with at least one of the following biomechanical outcomes: spinal ROM, spinal velocity, variability, or coordination. Methodological quality was evaluated using four tools according to study design: the Newcastle–Ottawa Scale for cross-sectional and case-control studies, and the Quality Assessment Tool for case series and pre–post studies. A qualitative synthesis and five meta-analyses were performed using a two-level multilevel random-effects model based on correlation type.

**Results.** Twenty-eight populations from 24 studies were included. Methodological quality was mostly moderate. Studies were grouped according to consistency between psychological and motor variables. Meta-analyses revealed weak but significant associations between general pain-related fear scales and spinal velocity indicators ( $r = -0.17$ ; 95% CI  $[-0.23, -0.11]$ ;  $p < 0.001$ ), and between pain catastrophizing and lumbar flexion ROM ( $r = -0.22$ ; 95% CI  $[-0.35, -0.08]$ ;  $p = 0.004$ ). Similar but non-significant results were found between general pain-related fear scales and lumbar flexion ROM ( $r = -0.11$ ; 95% CI  $[-0.23, 0.02]$ ;  $p = 0.09$ ).

**Discussion.** Pain-related fear and catastrophizing were weakly associated with a protective spinal motor behavior. The modest strength of these associations may depend on the use of generic measures, whereas task-specific fear assessments appear more sensitive to detecting such relationships. Moreover, these psychological factors are not the only mediators of motor behavior in low back pain. The findings, which should be interpreted with caution, indicate that individuals with higher levels of fear, catastrophizing, and maladaptive beliefs tend to exhibit slower, stiffer, and more limited movements, consistent with protective and avoidance strategies.



## **INDICE**

<b>ABSTRACT .....</b>	
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	11
<b>1.1 RAZIONALE .....</b>	11
<u>Cinematica del rachide lombare .....</u>	12
<u>Low back pain .....</u>	13
<u>Il triage in fisioterapia .....</u>	14
<u>Low back pain non specifico .....</u>	15
<u>Il sistema delle bandiere in fisioterapia .....</u>	15
<u>Yellow flag .....</u>	16
<u>Fear-avoidance model .....</u>	17
<u>Chinesiofobia .....</u>	18
<u>Catastrofizzazione .....</u>	19
<b>1.2 OBIETTIVI .....</b>	20
<b>2. MATERIALI E METODI .....</b>	22
<b>2.1 CRITERI DI ELEGGIBILITÀ .....</b>	22
<u>Criteri di inclusione .....</u>	22
<u>Criteri di esclusione .....</u>	23
<b>2.2 FONTI DI RICERCA .....</b>	23
<b>2.3 STRATEGIE DI RICERCA .....</b>	24
<u>PubMed .....</u>	24
<u>Web of Science .....</u>	25
<u>Scopus .....</u>	25
<u>Cochrane Library .....</u>	26
<b>2.4 SELEZIONE DEGLI STUDI .....</b>	26
<b>2.5 PROCESSO DI RACCOLTA DATI E TIPOLOGIA DI DATI ESTRATTI .....</b>	27
<b>2.6 VALUTAZIONE METODOLOGICA E DEL RISCHIO DI BIAS DEGLI STUDI .....</b>	27
<b>2.7 METODI DI SINTESI .....</b>	28
<u>Sintesi qualitativa narrativa .....</u>	28
<u>Analisi statistica (meta-analisi) .....</u>	29
<b>3. RISULTATI .....</b>	31
<b>3.1 SELEZIONE DEGLI STUDI .....</b>	31
<b>3.2 CARATTERISTICHE DEGLI STUDI .....</b>	32

<b>3.3 RISCHIO DI BIAS NEGLI STUDI.....</b>	42
<b>3.4 RISULTATI DEGLI STUDI.....</b>	44
<u>Pain-related fear e ROM spinale .....</u>	44
<u>Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale .....</u>	47
<u>Pain-related fear e Coordinazione e Variabilità spinale .....</u>	49
<u>Catastrofizzazione e ROM spinale .....</u>	51
<u>Catastrofizzazione e Indicatori di velocità spinale .....</u>	52
<u>Catastrofizzazione e Coordinazione e Variabilità spinale .....</u>	53
<b>3.5 RISULTATI DELLA META-ANALISI .....</b>	55
<u>Scale generiche di Pain-related fear e ROM spinale in flessione .....</u>	55
<u>Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale .....</u>	57
<u>Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale in flessione.....</u>	59
<u>Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale nel ritorno dalla flessione .....</u>	61
<u>Catastrofizzazione e ROM spinale in flessione .....</u>	63
<b>4. DISCUSSIONE .....</b>	66
<b>4.1 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI .....</b>	66
<b>4.2 LIMITI .....</b>	68
<b>4.3 IMPLICAZIONI FUTURE .....</b>	69
<b>5. CONCLUSIONI.....</b>	70
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	73





## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 RAZIONALE

Il low back pain (LBP), ovvero la lombalgia, è la principale causa di disabilità al mondo, si stima che fino al 70-80% degli adulti soffra di mal di schiena almeno una volta nella propria vita <sup>1</sup>.

Secondo stime dell'OMS, nel 2020 619 milioni di persone a livello globale hanno sofferto di lombalgia e si stima che nel 2050 il numero di casi salirà fino a 843 milioni, a causa dell'aumento e dell'invecchiamento della popolazione. La prevalenza del low back pain aumenta con l'età fino agli 80 anni, tuttavia il numero più alto di casi si registra nella popolazione tra i 50 e i 55 anni. La popolazione femminile sperimenta lombalgia più frequentemente rispetto a quella maschile <sup>2</sup>.

Il low back pain può rendere difficile muoversi, può influire sulla qualità di vita e sul benessere mentale, limitando le attività lavorative e le interazioni sociali <sup>2</sup>.

Il low back pain cronico è una delle principali cause di assenza da lavoro e perdita dello stesso. Si stima che il 20-30% dei soggetti con dolore lombare sviluppi una forma cronica di dolore e disabilità che persiste per più di 3 mesi <sup>3</sup>. Inoltre, questa condizione è spesso associata ad una bassa produttività lavorativa. Oltre ai costi sanitari indiretti ci sono elevati costi sanitari che rendono la lombalgia un problema di forte impatto economico per la società <sup>2</sup>. Negli Stati Uniti, il dolore cronico, di cui il low back pain è una delle principali manifestazioni, genera costi annui più elevati di quelli del cancro e diabete assieme <sup>4</sup>.

Le linee guida raccomandano l'adozione di un modello biopsicosociale per la gestione dei soggetti sia con low back pain cronico che acuto <sup>5</sup>. Il modello biopsicosociale fu proposto da Engel nel 1977 per ampliare l'approccio biomedico promuovendo una prospettiva più umanistica della cura sanitaria, riconoscendone non solo le influenze biologiche ma anche quelle psicologiche e sociali.

A supporto del modello biopsicosociale vi è l'evidenza che il dolore presenta un'eziopatogenesi multifattoriale, non riconducibile esclusivamente ad alterazioni anatomico-strutturali <sup>6</sup>. Si è dimostrato che fattori psicologici come depressione, ansia, paura, credenze e fattori sociali come scarse condizioni economiche, problemi lavorativi e familiari sono correlati alla persistenza di dolore e disabilità <sup>7</sup>.

### **1.1.1 Cinematica del rachide lombare**

Il rachide lombare è composto da 5 vertebre caratterizzate da un corpo voluminoso e un forame di ridotte dimensioni. I processi spinosi sono robusti e hanno forma di lamine quadrilatere dirette orizzontalmente indietro.

I movimenti espressi dal rachide lombare nello spazio sono quelli di flesso-estensione, rotazione e inclinazione che avvengono rispettivamente nei piani sagittale, trasversale e frontale. Per propria conformazione anatomica, le faccette articolari del rachide sono orientate verso un piano che progressivamente si sposta verso quello sagittale, consentendo quindi maggiore libertà di movimento su questo piano rispetto agli altri<sup>8</sup>.

Il movimento di flessione lombare è pari a circa 45°-55°, mentre quello di estensione a 15°-25°. Per quanto riguarda gli altri movimenti si stima che il valore medio della rotazione destra/sinistra sia dai 5° agli 8° e per l'inclinazione destra/sinistra 20° per lato circa<sup>9</sup>.

Uno studio biomeccanico in vitro ha analizzato il ROM nei cinque segmenti lombari sui tre piani di riferimento. I risultati mostrano una chiara progressione del ROM in flessoestensione dal segmento più alto al più basso, con L1-L2 che presenta il valore minore e L4-L5 e L5-S1 che registrano i ROM più ampi. L'inclinazione laterale, invece, evidenzia i ROM maggiori nei segmenti centrali (L2-L3, L3-L4, L4-L5), mentre L1-L2 e L5-S1 risultano significativamente meno mobili. Per quanto riguarda la rotazione, L1-L2 mostra un ROM decisamente inferiore rispetto a tutti gli altri livelli, che invece esplicano una mobilità relativamente omogenea<sup>10</sup>.

Esaminando il movimento di flessione anteriore del tronco possiamo notare come esso sia determinato solo in parte dal rachide lombare. Infatti una quota maggiore di movimento, pari circa a 60°, proviene dalla flessione d'anca in catena cinetica chiusa. Nella prima parte del movimento interviene principalmente il rachide lombare, viceversa gli ultimi gradi di flessione del tronco sono a carico delle anche. Analizzando invece il movimento di ritorno dalla flessione anteriore alla stazione eretta sappiamo come i primi gradi siano a carico del rachide lombare e gli ultimi delle anche. Questo contributo di due distretti anatomici differenti per compiere un movimento unico viene definito "*ritmo lombopelvico*"<sup>8</sup>.

### **1.1.2 Low back pain**

Il Low Back Pain (LBP) è una patologia muscoloscheletrica definita come “dolore e discomfort, localizzato tra il margine inferiore dell’arcata costale e le pieghe glutee inferiori, con o senza dolore alla gamba”<sup>11</sup>.

In letteratura viene proposta una classificazione del low back pain in tre macro-contenitori diagnostici<sup>12</sup>:

- Quadri Non Specifici – Low Back Pain Muscoloschelettrico
- Quadri Specifici – Low Back Pain Specifico o Sindromi Radicolari
- Patologie di pertinenza medica sia del rachide lombare che del sistema viscerale non rachideo

Inoltre è prevista una stadiiazione della patologia in termini temporali:

- Low Back Pain acuto (con durata inferiore alle 6 settimane)
- Low Back Pain subacuto (con durata tra le 6 e le 12 settimane)
- Low Back Pain cronico (con durata superiore alle 12 settimane)

Secondo le Linee Guida NICE del 2020<sup>13</sup> “Low Back pain and sciatica in over 16s: assessment and management” in primo luogo è fondamentale escludere patologie gravi come tumori, infezioni, traumi e malattie infiammatorie; in caso contrario viene raccomandato il rinvio al medico specialista.

Inoltre è consigliato l’utilizzo di strumenti di stratificazione del rischio in ogni prima valutazione e in caso di una recidiva del disturbo. In base al rischio possiamo stratificare i pazienti come a basso rischio e ad alto rischio.

Per i pazienti a basso rischio è raccomandato fornire informazioni per l’autogestione; mentre per i pazienti ad alto rischio è opportuno fornire un supporto più intensivo, basato su esercizio terapeutico, terapia manuale e approccio psicologico.

Non è raccomandato eseguire indagini strumentali in ogni paziente con dolore lombare. L’imaging va considerata solo nei casi serva a cambiare la gestione clinica del paziente, in particolare nei quadri specifici.

Riguardo al trattamento conservativo non farmacologico le linee guida supportano interventi di autogestione del paziente, programmi di esercizio fisico adattato alle preferenze del paziente, terapia manuale, solo se integrata ad altre tipologie di

trattamento e terapia psicologica basata sul modello cognitivo-comportamentale anch'essa non come unica forma di intervento.

Per quanto riguarda il trattamento conservativo farmacologico per il dolore lombare e della sciatica le linee guida indicano un approccio prudente, privilegiandone sempre un uso di breve durata, alla dose minima efficacie contestualizzato all'interno di un percorso terapeutico multimodale.

In caso di dolore lombare senza dolore alla gamba le linee guida raccomandano i FANS orali come prima scelta. In caso di inefficacia di questi ultimi possono essere presi in considerazione oppioidi deboli nelle prime fasi di dolore.

### **1.1.3 Il triage in fisioterapia**

In ambito clinico, il momento dell'anamnesi e dell'esame obiettivo rappresentano una fase cruciale nella valutazione del paziente con low back pain.

In questa fase si effettua un vero e proprio *triage* diagnostico, un metodo clinico che permette all'operatore di identificare segni e sintomi indicativi di quadri Specifici (5-10%), Non Specifici (90-95%) e di patologie di pertinenza medica (<1%)<sup>8,12</sup>.

Lo scopo primario del triage in fisioterapia per il Low Back Pain è quello di inquadrare sin da subito quei soggetti che non rientrano all'interno delle competenze fisioterapiche e per i quali dovremmo attivare il processo di *referral* agli specialisti relativi. Tra queste condizioni si annoverano: la frattura vertebrale, le neoplasie, l'infezione spinale, la sindrome della cauda equina, la spondiloartrite assiale, l'aneurisma dell'aorta addominale etc.; che se non riconosciute tempestivamente oltre a ritardare la diagnosi e possono compromettere la prognosi del paziente.

Successivamente dovremmo inquadrare quei pazienti che rientrano all'interno dei quadri Specifici, che sono la radicolopatia, il dolore radicolare e la stenosi spinale lombare. Infine, per esclusione, inquadreremo i restanti pazienti nell'ambito del LBP Non Specifico.

#### **1.1.4 Low back pain non specifico**

Il Low Back Pain Non Specifico è per definizione un disturbo muscoloscheletrico la cui causa non può essere identificata con certezza con i mezzi clinici e strumentali in nostro possesso. Oltre il 90% dei casi di low back pain rientra sotto questa etichetta diagnostica.

Una revisione del 2007 di M.J. Hancock e colleghi <sup>14</sup> ed una più recente del 2023 di Han S.C. e colleghi <sup>15</sup> si sono occupate di indagare l'accuratezza diagnostica di alcuni test clinici e strumentali volti ad identificare quale fosse la fonte di dolore nei soggetti con low back pain. Furono messi a confronto degli index test con i reference standard, che sono rispettivamente la discografia per il dolore discogenico, il blocco anestetico locale intra-articolare per il dolore sacroiliaco e il blocco anestetico intra-articolare o della branca mediale per il dolore faccettario. Gli autori dimostrarono come vi fossero alcuni test clinici e strumentali in grado di aumentare la probabilità di essere davanti a un paziente con una fonte di dolore precisa; ma entrambi conclusero che questi test potrebbero essere implementati a livello clinico qualora avessero un impatto sulla gestione e sulla prognosi del paziente, che ad oggi non hanno.

#### **1.1.5 Il sistema delle bandiere in fisioterapia**

In fisioterapia è stato adottato un modello comune di riferimento chiamato sistema delle bandiere, il cui scopo è quello di identificare le cosiddette “*clinical flag*” e “*psychosocial flag*” <sup>16</sup>.

Le “*clinical flag*”, sono segni e sintomi indicatori di possibili patologie serie e sono comuni anche in ambiti diversi da quello fisioterapico. Rientrano nelle bandiere cliniche le *red flag* e le *orange flag*; queste ultime riguardano i disturbi psichiatrici.

Ogni *red flag* raramente fornisce informazioni significative se considerata isolatamente, ma va intesa come uno strumento di previsione clinica: è la presenza combinata di più segnali che dovrebbe far sorgere il sospetto nel clinico. Infatti, è raro che un singolo segno clinico presenti un *likelihood ratio* maggiore di 1, ovvero che la sua sola presenza aumenti significativamente la probabilità di trovarsi di fronte a una patologia. Una delle poche eccezioni è rappresentata dalla storia pregressa di cancro, che risulta rilevante nel sospetto di una neoplasia spinale <sup>17</sup>.

La letteratura scientifica risulta incompleta sui fattori di rischio associati alla disabilità e al dolore cronico nei disturbi muscolo-scheletrici. Fanno eccezione le ricerche sul mal di schiena, che ha ricevuto particolare attenzione negli ultimi anni, delineando una più chiara identificazione dei meccanismi predisponenti alla cronicizzazione dei disturbi muscoloscheletrici<sup>18</sup>.

In questo ambito, è ormai ampiamente riconosciuto il ruolo centrale le cosiddette *psychosocial flag*, che sono state definite dall'Accident Compensation Corporation come “quelle interazioni tra la persona e il suo ambiente sociale e le influenze sul suo comportamento”<sup>18</sup>. Esse furono introdotte nel 1997 da Kendall e colleghi per identificare quei soggetti maggiormente a rischio di sviluppare disabilità cronica<sup>19</sup>.

La presenza di queste bandiere indica che fattori psicosociali all'interno o intorno all'individuo stanno ostacolando il pieno recupero e il ritorno al lavoro. Una loro valutazione permetterà di stabilire con maggior precisione la prognosi di un paziente e pertanto attuare una strategia personalizzata per la gestione del disturbo.

Rientrano nelle bandiere psicosociali le *yellow flag*, le *blue flag* e le *black flag*.

### 1.1.6 Yellow flag

Le *yellow flag* riguardano quelle caratteristiche della persona che agiscono come barriere al recupero da un disordine muscoloscheletrico, coerentemente con il modello biopsicosociale e la multifattorialità dei disturbi muscoloscheletrici. Esse possono derivare da credenze o aspettative errate riguardo la patologia, oppure da strategie sbagliate con cui il paziente gestisce la sua situazione<sup>16,20</sup>.

Questi fattori, noti nella letteratura clinica come *yellow flag*, sono particolarmente importanti in quanto modificabili attraverso interventi mirati. L'identificazione delle *yellow flag* può essere effettuata sia tramite strumenti standardizzati come questionari, sia attraverso una valutazione clinica diretta in anamnesi<sup>18</sup>.

Tra i principali elementi da considerare nella valutazione rientrano le credenze e gli atteggiamenti del paziente nei confronti del dolore, come la convinzione che il dolore sia sempre segnale di danno tissutale o che il movimento possa aggravare la propria condizione. Queste credenze alimentano spesso comportamenti di evitamento, come

il riposo eccessivo o la riduzione drastica delle attività quotidiane, contribuendo alla perdita di funzionalità<sup>18</sup>.

Dal punto di vista comportamentale, sono frequenti la dipendenza eccessiva da ausili o terapie passive e la tendenza a riferire un'intensità di dolore molto elevata e sproporzionata rispetto alla reale presentazione clinica. Altri comportamenti che meritano attenzione sono il fumo, l'abuso di alcool e l'alterazione del sonno<sup>18</sup>.

Dal lato medico, possono contribuire alla cronicizzazione diversi aspetti come: interazioni disfunzionali con i professionisti della salute, un uso di un linguaggio allarmante, promozione di trattamenti passivi e la dipendenza da essi o l'insoddisfazione per i trattamenti ricevuti<sup>18</sup>.

Anche l'ambiente lavorativo costituisce un'area di valutazione fondamentale con tantissimi elementi associati non solo ad un aumentato rischio di cronicizzazione, ma anche di assenteismo e conseguente aumento dei costi sanitari diretti e indiretti<sup>20</sup>. Tra questi elementi troviamo: un lavoro con richieste biomeccaniche elevate, condizioni stressanti, scarsa flessibilità organizzativa e la mancanza di adattamenti per il rientro graduale<sup>18</sup>.

Infine sono di fondamentale importanza il piano psicologico e il contesto familiare. Aspetti come l'ansia anticipatoria rispetto al dolore, la depressione, lo stress, l'irritabilità e la sensazione di inutilità rappresentano indicatori cruciali nel determinare l'esito clinico; a questi si aggiungono i comportamenti iperprotettivi da parte della rete sociale o la mancanza di supporto emotivo<sup>18,21</sup>.

### 1.1.7 Fear-avoidance model

Il *Fear Avoidance Model* fu descritto per la prima volta da Vlaeyen e colleghi nel 1995, secondo cui un soggetto quando va incontro ad un disordine muscoloscheletrico potrebbe interpretare la situazione dolorosa in due differenti modi. Nel primo caso potrebbe non essere spaventato e riprendere gradualmente tutte le attività sospese. Dall'altro lato un soggetto potrebbe sviluppare paura del dolore e del movimento, ed iniziare ad evitare gran parte delle attività della vita quotidiana che ritiene pericolose.

In questo modo il soggetto sarà maggiormente esposto al rischio di sviluppare disabilità nel tempo, ad avere ripercussioni psicologiche e verosimilmente a diminuire il carico locale, con conseguente peggioramento delle qualità biologiche del tessuto. Questi elementi appena citati creano un circolo vizioso attorno alla condizione del paziente<sup>22</sup>.

Negli ultimi anni la ricerca scientifica ha posto sempre maggiore attenzione al ruolo delle credenze sul movimento nei soggetti con dolore muscoloscheletrico. Uno studio del 2018 condotto da Caneiro e colleghi ha esplorato la presenza di associazioni mentali tra movimento, postura del rachide e concetti di sicurezza. I risultati hanno evidenziato che anche in soggetti sani è presente un forte *bias* che correla la flessione anteriore del tronco ad un'azione pericolosa. Tali convinzioni, rafforzate da media, raccomandazioni cliniche errate e dal contesto sociale, producono atteggiamenti di ipercontrollo motorio e paura del movimento, cruciali nel mantenimento dei sintomi. Questi dati suggeriscono l'importanza di un approccio che agisca anche sul piano delle credenze, favorendo una riconcettualizzazione più funzionale del movimento<sup>23</sup>.

La *Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire* (FABQ), sviluppata da Waddell e colleghi nel 1993<sup>24</sup>, viene somministrata per valutare i pensieri di evitamento dopo un disordine muscoloscheletrico. Essa è formata da 16 item dove per ognuno si può esprimere un valore da 0 a 6, ed è composta da due sottosezioni che indagano rispettivamente le credenze legate all'attività fisica (FABQ-PA) e le credenze legate al lavoro (FABQ-W).

La *Pain Anxiety Symptoms Scale* (PASS), sviluppata da McCracken e colleghi nel 1992<sup>25</sup>, viene somministrata per valutare l'ansia legata al dolore attraverso dimensioni cognitive, fisiologiche e comportamentali; della stessa ne esistono anche versioni più brevi come la PASS-20. La PASS descrive bene il ruolo dell'ansia nel mantenimento del circolo vizioso dolore-paura-evitamento, in particolare come la risposta ansiosa contribuisca a comportamenti di evitamento.

### 1.1.8 Chinesofobia

La chinesofobia, definita come: “una paura eccessiva, irrazionale e debilitante del movimento fisico e dell’attività, derivante da una sensazione di vulnerabilità dovuta a

un infortunio o alla possibilità di un re-infortunio”, è ritenuta un fattore centrale nel processo attraverso cui il dolore evolve da una fase acuta a una cronica<sup>26</sup>.

Uno studio condotto da Asiri e colleghi nel 2021 ha indagato la correlazione tra chinesiofobia in soggetti con dolore cervicale cronico e tre variabili cliniche: intensità del dolore, propriocezione cervicale e performance funzionale. I risultati hanno mostrato una correlazione forte con l’intensità del dolore e hanno fornito evidenze che la chinesiofobia rappresenti un predittore significativo per tutte e tre le variabili<sup>27</sup>.

La *Tampa Scale of Kinesiophobia* (TSK) è la scala più utilizzata per valutare la paura del movimento legata al dolore. La versione originale è stata sviluppata da Kori e colleghi nel 1990<sup>28</sup> e comprende 17 item con 4 tipologie di risposta ad ogni domanda, le quali hanno un valore da 1 a 4. Il cut-off che suggerisce la presenza di chinesiofobia è 37 punti su 68. Accanto a questa forma completa esistono versioni ridotte, tra cui la TSK-11. Nel corso degli anni sono state proposte diverse strutture: in alcuni studi la TSK-17 è stata interpretata come composta da due dimensioni principali (Fear of Somatic Arousal e Activity Avoidance), mentre la TSK-11 viene suddivisa in due dimensioni simili (Somatic Focus e Activity Avoidance).

La *Photograph Series of Daily Activities* (PHODA), sviluppata da Vlaeyen e colleghi nel 1995<sup>29</sup>, è un questionario visivo volto a indagare la percezione di pericolosità delle attività quotidiane in soggetti con dolore cronico. La versione originale include più di cento fotografie che rappresentano compiti di vita reale, valutati dal paziente su una scala da 0 a 100 in base al grado di pericolosità percepito. Dall’insieme originario sono state ricavate versioni abbreviate e più mirate, come la PHODA-SeV in formato elettronico ridotto e la PHODA-Lift centrata sul sollevamento dei carichi.

### **1.1.9 Catastrofizzazione**

Con il termine catastrofizzazione si intende una risposta cognitivo-emotiva esageratamente negativa nei confronti del dolore reale o anticipato, che si manifesta attraverso ruminazione, senso di impotenza e amplificazione della minaccia percepita. La letteratura ha dimostrato che elevati livelli di catastrofizzazione sono associati a una maggiore disabilità fisica, a una peggiore adesione ai programmi terapeutici e a un aumento della chinesiofobia.

In un articolo pubblicato su The Journal of Pain nel 2023 viene messo in discussione l'utilizzo di tale termine poiché sono emerse ambiguità concettuali e potenziali effetti stigmatizzanti del termine. Secondo gli autori, sarebbe più utile interpretare la catastrofizzazione come una forma persistente di preoccupazione verso il dolore, piuttosto che come un tratto disfunzionale o patologico per favorire un approccio riabilitativo più empatico e centrato sul paziente<sup>30</sup>.

In tale contesto la scala più comunemente utilizzata per misurare la catastrofizzazione del dolore è la *Pain Catastrophizing Scale* (PCS). Essa è stata proposta da Sullivan e colleghi nel 1995<sup>31</sup> ed è composta da 13 item con un punteggio totale compreso tra 0 e 52. La scala include 3 sottodomini: ruminazione, che indica la difficoltà a distogliere l'attenzione dal dolore; ingrandimento, che riflette la percezione esagerata della minaccia; e impotenza, che rappresenta la sensazione di mancanza di controllo.

La catastrofizzazione del dolore è stata inizialmente misurata attraverso il *Coping Strategies Questionnaire* (CSQ) di Rosenstiel e Keefe del 1983<sup>32</sup>, che include un sottodominio specifico denominato CSQ-Cat. Il questionario, composto da 50 item, indaga diverse strategie cognitive e comportamentali di coping, ma il sottodominio catastrofizzazione ha rappresentato uno dei primi strumenti standardizzati per la valutazione di questo costrutto, successivamente approfondito con scale più specifiche come la PCS.

## 1.2 OBIETTIVI

Alla luce delle evidenze disponibili e delle recenti revisioni sistematiche che hanno indagato la relazione tra fattori psicologici e comportamento motorio nei soggetti con lombalgia, il presente lavoro si propone di fornire un quadro più aggiornato e mirato su questa tematica.

L'obiettivo principale di questa revisione sistematica è quello di valutare l'associazione tra due dimensioni psicologiche centrali nel low back pain non specifico, ovvero, la catastrofizzazione del dolore e la paura correlata al dolore (*pain-related fear*), e le misure biomeccaniche di rachide lombare, tronco e pelvi.

Per quanto riguarda la catastrofizzazione, sono state considerate due scale di riferimento: la *Pain Catastrophizing Scale* (PCS), che indaga ruminazione,

ingrandimento e impotenza e la sottoscala di catastrofizzazione del *Coping Strategies Questionnaire* (CSQ-Cat). La paura correlata al dolore (pain-related fear) è stata invece analizzata attraverso quattro strumenti ampiamente utilizzati in letteratura: la *Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire* (FABQ), la *Tampa Scale of Kinesiophobia* (TSK), la *Photograph Series of Daily Activities* (PHODA), la *Pain Anxiety Symptoms Scale* (PASS) e strumenti per valutare la paura legata a task specifici (TSF). I criteri di inclusione di queste scale si sono basati su quelli adottati nella revisione sistematica di Ippersiel e colleghi del 2022<sup>33</sup>.

Gli outcome biomeccanici considerati riguardano il *ROM spinale attivo* in tutti i piani di movimento; gli *indicatori velocità spinale* sul piano sagittale intesi come misure di spostamento angolare per unità di tempo, misure di variazione della velocità rispetto al tempo o il tempo impiegato per svolgere un movimento; ed infine *indicatori di variabilità e coordinazione spinale* del movimento sul piano sagittale, intesi come la variazione intra-individuale nei pattern di movimento e la relazione del movimento tra articolazioni o gruppi muscolari durante un compito.

L'intento è quello di fornire una sintesi aggiornata e critica delle evidenze disponibili, con l'obiettivo di chiarire in che misura la presenza di minacce correlate al dolore possano influenzare i parametri di movimento spinale nei soggetti con lombalgia non specifica. Tale approccio potrà contribuire a comprendere meglio i meccanismi di interazione tra dimensione psicologica e biomeccanica e, di conseguenza, supportare interventi terapeutici più integrati e coerenti con il modello biopsicosociale.

## 2. MATERIALI E METODI

La revisione sistematica è stata redatta seguendo le linee guida del PRISMA 2020 statement.

### 2.1 CRITERI DI ELEGGIBILITÀ

Gli studi sono stati selezionati sulla base di criteri di inclusione ed esclusione definiti a priori, secondo il modello PICOS.

#### 2.1.1 Criteri di inclusione

Popolazione: soggetti maggiori di 18 anni senza restrizioni di genere con diagnosi di low back pain non specifico, sia in fase acuta che cronica.

Esposizione: aspetti psicologici legati al dolore e alla paura. In particolare la catastrofizzazione e la pain-related fear; sono state incluse le seguenti scale e rispettive sottoscale o items specifici:

- Catastrofizzazione: *Pain Catastrophizing Scale* (PCS), *Coping Strategies Questionnaire-Catastrophizing* (CSQ-Cat)
- Pain-related fear: *Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire* (FABQ), *Tampa Scale for Kinesiophobia* (TSK), *Photograph Series of Daily Activities* (PHODA), *Pain Anxiety Symptoms Scale* (PASS), *Task-specific fear* (TSF).

Outcome: misure biomeccaniche relative al rachide lombare, al tronco o alla pelvi misurate durante task motori:

- ROM attivo del rachide lombare, del tronco o della pelvi nelle direzioni di flessione, estensione, inclinazione e rotazione
- Indicatori di velocità di esecuzione dei movimenti nel piano sagittale; sono state incluse diverse modalità di misura: velocità angolare media o massima ( $^{\circ}/s$ ), accelerazione media o massima ( $^{\circ}/s^2$ ) e tempo impiegato a completare un compito in flesso-estensione (s), eseguite a qualsiasi velocità
- Variabilità e coordinazione del movimento nel piano sagittale; sono state incluse tutte quelle misure che venivano riportate come indici di variabilità o coordinazione del movimento spinale

Disegno degli studi: sono stati inclusi studi osservazionali, studi sperimentali o quasi-sperimentali limitatamente alle analisi effettuate al baseline e analisi di dati baseline provenienti da RCT, trattate metodologicamente come studi cross-sectional

Altri criteri: sono stati inclusi anche studi che riportavano correlazioni non significative ( $p>0.05$ )

## 2.1.2 Criteri di esclusione

Sono stati esclusi gli studi che includevano anche un solo soggetto con diagnosi di LBP specifico, fratture, pregressa chirurgia vertebrale, gravidanza, oppure LBP indotto sperimentalmente. Inoltre sono stati esclusi studi che riportavano correlazioni non al baseline.

## 2.2 FONTI DI RICERCA

La ricerca bibliografica è stata condotta senza applicare alcun limite temporale o linguistico in quattro principali database elettronici fino alla data del 07/07/2025:

- PubMed: banca dati bibliografica contenente oltre 29 milioni di citazioni bibliografiche tratte da Medline, da periodici e da monografie di ambito biomedico. La risorsa è sviluppata a cura della U.S. National Library of Medicine (NLM).
- Scopus: banca dati interdisciplinare curata da Elsevier, che indica oltre 24.000 riviste scientifiche, atti di convegni e libri, con particolare attenzione alle scienze della salute e alla ricerca applicata.
- Web of Science: piattaforma sviluppata da Clarivate Analytics, che comprende diversi indici citazionali, utile per ricerche bibliografiche avanzate e analisi delle citazioni in ambito scientifico.
- Cochrane Library: database curato dalla Cochrane Collaboration, che raccoglie studi clinici randomizzati e controllati, revisioni sistematiche e altre evidenze di alta qualità per la pratica clinica e la ricerca in ambito sanitario.

Oltre ai database sono stati esaminati manualmente i riferimenti bibliografici di due revisioni sistematiche.

## 2.3 STRATEGIE DI RICERCA

La ricerca è stata guidata dal seguente PICOS:

POPULATION	Adulti ≥18 anni con low back pain non specifico acuto o cronico
INTERVENTION (EXPOSURE)	Fattori psicologici: Catastrofizzazione del dolore e Pain-related fear valutati con PCS, CSQ-Cat, FABQ, TSK, PHODA, PASS e TSF
COMPARATOR	/
OUTCOMES	ROM attivo lombare/tronco/pelvi su tutti i piani del movimento; indicatori di velocità, variabilità e coordinazione spinale del movimento sul piano sagittale
STUDY DESIGN	Studi osservazionali e studi sperimentali o quasi-sperimentali limitatamente alle analisi effettuate al baseline

Le strategie di ricerca sono state sviluppate e adattate a ciascun database, includendo sia termini liberi che descrittori controllati, combinati mediante operatori booleani.

### 2.3.1 PubMed

È stata costruita la seguente stringa di ricerca:

```
(("low back pain" OR "nonspecific low back pain" OR "mechanical low back pain" OR  
"chronic low back pain" OR "lumbar pain" OR "lumbago" OR low back pain[MeSH  
Terms] OR back pain[MeSH Terms])  
  
AND ("biomechanical phenomena" OR "biomechanics" OR "movement" OR "lumbar  
motion" OR "lumbar kinematics" OR "lumbar mobility" OR "trunk stability" OR "spine  
loading" OR "lumbar kinetics" OR "coordination" OR "physical capacity" OR "variability"  
OR "lumbar flexion" OR "trunk flexion" OR "spinal flexion" OR "lumbar bending" OR  
"trunk bending" OR "spinal bending" OR "lifting" OR "lifting task" OR "manual handling"  
OR "kinematic analysis" OR "motion analysis" OR "motor control" OR "motion tracking"  
OR "movement strategy" OR "movement pattern" OR range of motion, articular[MeSH  
Terms] OR biomechanical phenomena[MeSH Terms] OR movement[MeSH Terms])
```

AND ("fear" OR "catastrophizing" OR "pain catastrophizing" OR "anticipation" OR "phobic disorders" OR "fear-avoidance" OR "fear avoidance beliefs" OR "kinesiophobia" OR "pain-related fear" OR "psychological factors" OR "psychosocial factors" OR "TSK" OR "PHODA" OR "FABQ" OR "PCS" OR fear[MeSH Terms] OR catastrophizing[MeSH Terms] OR anticipation, psychological[MeSH Terms] OR phobic disorders[MeSH Terms]))

### 2.3.2 Web of Science

È stata costruita la seguente stringa di ricerca:

TS=("low back pain" OR "chronic low back pain" OR "lumbar pain" OR "nonspecific low back pain" OR "lumbago")

AND

TS=("kinesiophobia" OR "fear-avoidance" OR "fear of movement" OR "pain-related fear" OR "fear avoidance beliefs" OR "pain catastrophizing" OR "catastrophizing" OR "psychological factors" OR "TSK" OR "FABQ" OR "PHODA" OR "PCS")

AND

TS=("lumbar kinematics" OR "motor control" OR "movement pattern" OR "movement strategy" OR "biomechanics" OR "kinematic analysis" OR "motion analysis" OR "spinal movement" OR "trunk kinematics" OR "range of motion")

### 2.3.3 Scopus

È stata costruita la seguente stringa di ricerca:

( TITLE-ABS-KEY ( "low back pain" OR "chronic low back pain" OR "lumbar pain" OR "nonspecific low back pain" OR lumbago ) )

AND

( TITLE-ABS-KEY ( kinesiophobia OR "fear-avoidance" OR "fear of movement" OR "pain-related fear" OR "fear avoidance beliefs" OR "pain catastrophizing" OR

catastrophizing OR "psychological factors" OR TSK OR FABQ OR PHODA OR PCS )  
)

AND

( TITLE-ABS-KEY ( "lumbar kinematics" OR "motor control" OR "movement pattern"  
OR "movement strategy" OR biomechanics OR "kinematic analysis" OR "motion  
analysis" OR "spinal movement" OR "trunk kinematics" OR "range of motion" ) )

#### **2.3.4 Cochrane Library**

È stata costruita la seguente stringa di ricerca:

("low back pain") AND ("biomechanics" OR "movement" OR "lumbar kinematics" OR  
"trunk stability" OR "motor control" OR "range of motion") AND ("fear-avoidance" OR  
"kinesiophobia" OR "pain-related fear" OR "catastrophizing" OR "psychological  
factors") in Title Abstract Keyword

### **2.4 SELEZIONE DEGLI STUDI**

Il processo di selezione degli studi è stato condotto in due fasi: screening di titoli e abstract e successiva valutazione dei full-text seguendo il processo stabilito dal PRISMA statement.

Due revisori indipendenti (NR e FG) hanno esaminato in parallelo i risultati della ricerca bibliografica ed eventuali disaccordi sono stati risolti con l'intervento di un terzo revisore (AF).

Per la gestione delle citazioni è stato utilizzato Zotero, mentre per la procedura di screening e rimozione dei duplicati è stato utilizzato Rayyan QCRI.

Il processo di selezione degli studi è schematizzato nel PRISMA 2020 flow diagram (Figura 1).

## **2.5 PROCESSO DI RACCOLTA DATI E TIPOLOGIA DI DATI ESTRATTI**

L'estrazione dei dati è stata condotta da un solo revisore dopo la lettura integrale degli articoli inclusi. Per ogni studio sono stati raccolti: autore e anno di pubblicazione (1), disegno dello studio (2), dimensione del campione (3), età media dei partecipanti (4), condizione clinica della popolazione (5), compito richiesto (6), outcome di interesse (7), metodologia di rilevazione dell'outcome (8), strumenti per la valutazione della minaccia legata al dolore (9), tipo di analisi statistica (10).

Tutti i dati estratti sono stati presentati in forma tabellare (Tabella 1).

## **2.6 VALUTAZIONE METODOLIGICA E DEL RISCHIO DI BIAS DEGLI STUDI**

La valutazione metodologica è stata condotta da un solo revisore. In base al disegno degli studi inclusi, sono stati utilizzati strumenti differenti per l'analisi della qualità metodologica. Per garantire omogeneità di presentazione, indipendentemente dallo strumento utilizzato, gli studi sono stati classificati in tre livelli qualitativi: alta qualità, qualità moderata e bassa qualità.

Per gli studi cross-sectional è stata applicata la Newcastle-Ottawa Scale (NOS) nella versione adattata per studi cross-sectional<sup>34</sup>, che assegna fino a 10 punti, distribuiti tra tre domini principali: selezione del campione, comparabilità dei gruppi e valutazione degli outcome. Gli studi sono stati classificati nei tre livelli qualitativi in base ai punteggi ottenuti: alta qualità (9-10), qualità moderata (7-8) e bassa qualità ( $\leq 6$ ).

Gli studi caso-controllo sono stati valutati con la NOS per case-control, che prevede un punteggio massimo di 9 punti. Anche in questo caso gli articoli sono stati classificati sulla base dei risultati ottenuti come di alta qualità (8-9), qualità moderata (6-7) e bassa qualità ( $\leq 5$ ).

Gli studi case-series sono stati analizzati con il Quality Assessment Tool for Case Series Studies (NHLBI), costituito da una checklist di 9 item; mentre per gli studi pre-post senza gruppo di controllo è stato utilizzato il Quality Assessment Tool for Before-After (Pre-Post) Studies With No Control Group (NHLBI), composto da 12 item. Queste checklist non prevedono un punteggio numerico ma le risposte qualitative: "Yes", "No", "Cannot Determine", "Not Applicable" o "Not Reported" e forniscono perciò un supporto

per formulare un giudizio complessivo di qualità. Per uniformare la valutazione a quella degli altri disegni i giudizi sono stati classificati come di alta qualità, qualità moderata e bassa qualità se avevano rispettivamente ≥80% delle risposte come “Yes”, tra il 50 e il 79% di “Yes” e <50% di “Yes”.

## **2.7 METODI DI SINTESI**

La sintesi dei risultati è stata condotta sia attraverso un approccio qualitativo che quantitativo. In entrambi i casi i risultati sono stati raggruppati in sottocapitoli per correlazioni che confrontavano stessi fattori psicologici con stesse misure biomeccaniche.

Nella meta-analisi sono state trattate distintamente le misure di pain-related fear generiche da quelle specifiche per garantire maggiore comparabilità tra risultati.

### **2.7.1 Sintesi qualitativa narrativa**

La sintesi dei risultati è stata prima condotta attraverso un approccio narrativo qualitativo, in linea con le raccomandazioni PRISMA. Questo tipo di sintesi è stato scelto per descrivere e confrontare in modo narrativo i risultati significativi dei diversi studi, con l'obiettivo di valutare la coerenza delle evidenze disponibili tra studi con correlazioni omogenee.

I risultati sono stati raggruppati e descritti in base alle variabili di interesse. Per la parte psicologica, i questionari FABQ, TSK, PASS e PHODA e le misure task-specific (PHODA-lift, Task-Specific Fear), sono stati ricondotti sotto l'ombrelllo concettuale di pain-related fear. Analogamente, CSQ-Cat e PCS sono stati raggruppati sotto il costrutto di catastrofizzazione.

Per garantire la comparabilità i segni delle correlazioni sono stati uniformati in modo coerente con il significato clinico, così che valori positivi e negativi indicassero la stessa direzione dell'associazione. In particolare, coefficienti negativi indicheranno pattern in cui livelli più elevati di pain-related fear e catastrofizzazione si associano a comportamenti spinali protettivi e disfunzionali.

Per l'interpretazione clinica delle correlazioni, è stata adottata la classificazione utilizzata in una revisione sistematica precedente sullo stesso argomento<sup>33</sup>, proposta da Cohen nel 1998<sup>35</sup>, che distingue l'ampiezza dell'associazione in quattro livelli:  $r < 0.10$  = correlazione trascurabile;  $0.10 - 0.30$  = debole;  $0.30 - 0.50$  = moderata;  $r > 0.50$  = forte.

La sintesi narrativa è stata supportata da una tabella riassuntiva per ogni sottocapitolo che raccoglie per ciascuno studio le variabili considerate e i risultati ottenuti.

## **2.7.2 Analisi statistica (meta-analisi)**

Per ciascuno studio incluso sono state estratti i coefficienti di correlazione ( $r$ ) e le numerosità campionarie ( $n$ ). Quando da uno stesso studio erano disponibili più correlazioni derivate da popolazioni indipendenti, ciascuna popolazione è stata trattata come uno studio distinto. Quando più correlazioni provenivano dalla stessa popolazione ma facevano riferimento a misure diverse dello stesso costrutto (ad esempio scale diverse di fear o più misure biomeccaniche), tutte le correlazioni sono state incluse nel modello tramite un approccio a effetti casuali multilevel a due livelli. Questo approccio permette di tenere in considerazione la dipendenza tra effetti provenienti dallo stesso studio o dalla stessa popolazione e permette di ripartire la varianza tra i diversi livelli (effetti entro-studio e fra-studio), in accordo con le raccomandazioni del Cochrane Handbook<sup>36</sup>. Per garantire coerenza direzionale, il segno delle correlazioni è stato invertito quando necessario, in modo che in tutti gli studi un valore negativo indicasse una relazione tra maggiore paura/catastrofizzazione e peggiore performance motoria. Successivamente, tutti i coefficienti di correlazione sono stati trasformati in valori di Fisher's  $z$  ( $zi = \text{atanh}(r)$ ) prima della sintesi, per stabilizzare la varianza e rendere la distribuzione più simmetrica<sup>37,38</sup>.

Sono state quindi condotte cinque meta-analisi distinte, corrispondenti alle seguenti relazioni di interesse:

1. Scale generiche di Pain-related fear e ROM spinale in flessione;
2. Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale;
3. Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale in flessione;

4. Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale nel ritorno dalla flessione;
5. Catastrofizzazione e ROM spinale in flessione

In ciascuna meta-analisi, l'eterogeneità tra gli studi è stata valutata mediante il test Q di Cochrane, considerando indicativo di eterogeneità un valore di Q significativo ( $P < 0.05$ ). Per stimare la coerenza dei risultati, sono stati stimati gli indici  $\tau^2$  e la statistica  $I^2$  totali e le loro componenti relative alla varianza tra-studi ( $\tau^2_b$  e  $I^2_b$ ) e tra effetti all'interno dello stesso studio ( $\tau^2_w$  e  $I^2_w$ ). L'interpretazione dell'indice  $I^2$  ha seguito le soglie proposte da Higgins et al. (2023): valori  $< 25\%$  indicano bassa eterogeneità; valori tra  $25\%-50\%$  moderata eterogeneità; valori tra  $50\%-75\%$  suggeriscono un'eterogeneità elevata e valori  $> 75\%$  eterogeneità molto elevata <sup>39</sup>.

Per ciascuna meta-analisi è stato quindi stimato un modello multilevel con struttura gerarchica a due livelli: un livello per lo studio (study-level random intercept) e un livello per il singolo effetto/measure (per modellare la dipendenza dovuta a più effetti dallo stesso studio). Per avere intervalli di confidenza (IC 95%) più affidabili in presenza di piccoli numeri di studi è stato applicato il metodo di aggiustamento Hartung-Knapp (HKSJ) <sup>40</sup>. Le stime riportate sono state poi convertite (back-transformation) nella scala originale di r tramite la funzione tangente iperbolica (tanh) per facilitarne l'interpretazione.

Per l'interpretazione della stima complessiva del coefficiente di correlazione sono state utilizzate le soglie suggerite da Cohen (1998) <sup>35</sup>:  $r < 0.10$  = correlazione trascurabile;  $0.10 - 0.30$  = debole;  $0.30 - 0.50$  = moderata;  $r > 0.50$  = forte.

Per ciascuna meta-analisi sono stati inoltre generati i corrispondenti Forest Plot <sup>41</sup>. La presenza di bias di pubblicazione è stata valutata tramite Funnel Plot e un approccio Robust Variance Estimation (RVE) multilevel <sup>42</sup>. Tutte le analisi sono state condotte con il software R Studio v. 4.5.1 <sup>43</sup>, considerando un livello di significatività statistica fissato pari a  $P < 0.05$ .

## CAPITOLO 3: RISULTATI

### 3.1 SELEZIONE DEGLI STUDI

Al termine della ricerca effettuata sulle banche dati sono stati ottenuti 2037 record. In particolare 1015 da PubMed, 391 da Cochrane, 334 da Scopus e 297 da Web of Science. Inoltre sono stati identificati altri 2 record dalla bibliografia di revisioni sistematiche. Di questi ne sono stati eliminati 550 tramite il software di Rayyan poiché duplicati. In seguito sono stati letti i titoli e gli abstract dei record rimanenti; dopo questo screening sono stati eliminati 1276 record. I rimanenti 213 sono stati letti integralmente come ultima fase di selezione. Al termine del processo gli studi inclusi nella revisione sono 24.

L'intero processo è stato schematizzato nel PRISMA flow diagram (Figura 1).

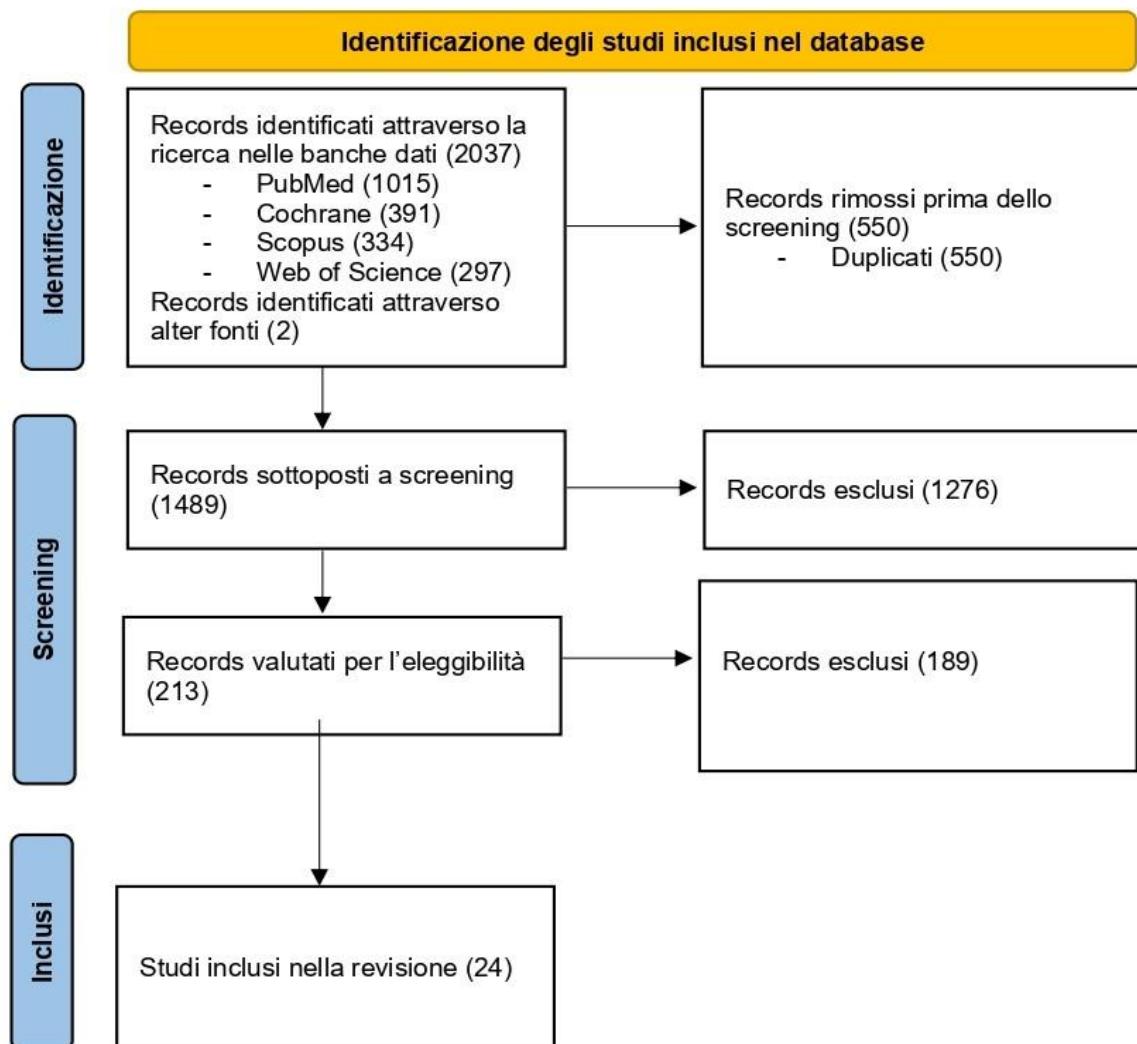
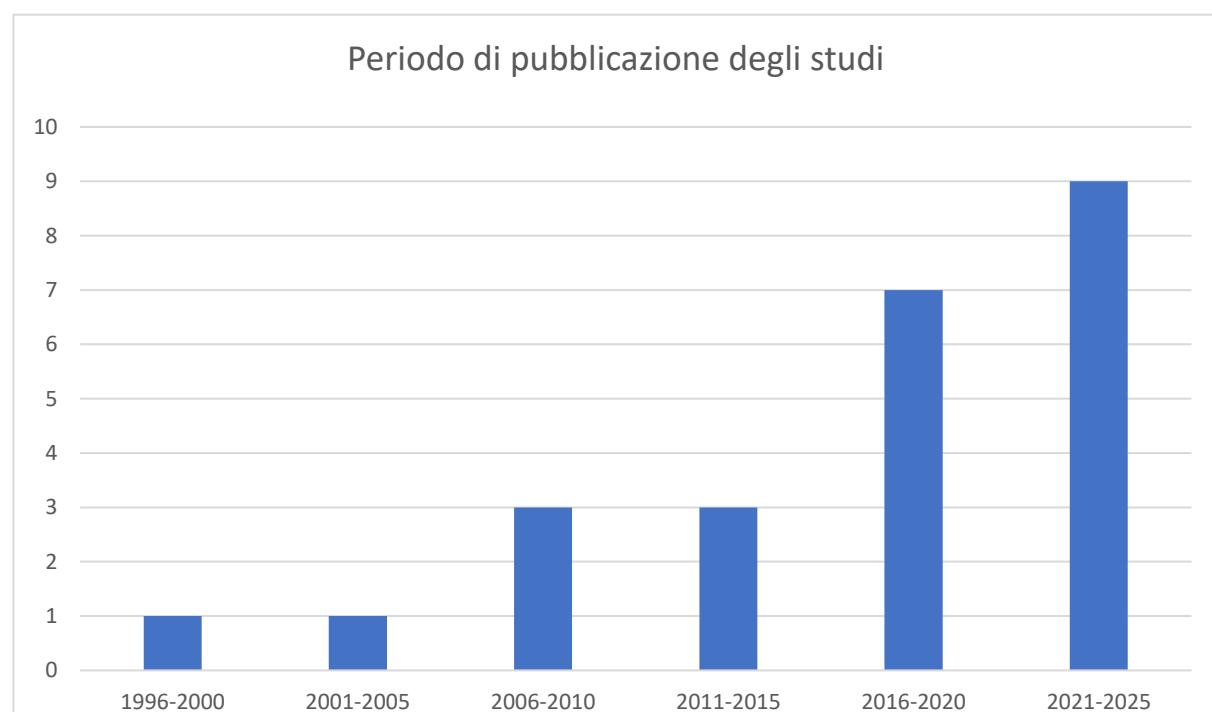


Figura 1: PRISMA flow diagram

### 3.2 CARATTERISTICHE DEGLI STUDI

Sono stati inclusi complessivamente 24 studi nella revisione: 20 con disegno di studio cross-sectional<sup>44–63</sup>, 2 case-series<sup>64,65</sup>, 1 case-control<sup>66</sup> e 1 studio pre-post<sup>67</sup>.

Per quanto riguarda la distribuzione temporale delle pubblicazioni, 9 sono stati pubblicati tra il 2021 e il 2025<sup>44,45,51,59–61,63,66,67</sup>, 7 tra il 2016 e il 2020<sup>48,50,52,53,55,57,62</sup>, 3 sia tra il 2011 e il 2015<sup>54,56,58</sup> che tra il 2006 e il 2010<sup>46,64,65</sup>; infine solo uno studio è stato pubblicato sia per il periodo tra il 2001 e il 2005<sup>49</sup> che per quello tra 1996 e 2000<sup>47</sup>. La distribuzione delle pubblicazioni evidenzia una crescente attenzione scientifica negli ultimi anni in questo ambito (Figura 2).



*Figura 2: Distribuzione degli articoli per anno di pubblicazione*

Complessivamente i ventiquattro studi inclusi hanno analizzato ventotto popolazioni differenti per un totale di 1489 soggetti. L'età media dei partecipanti è risultata pari a 41,03 anni, con l'eccezione di uno studio in cui il dato non era riportato.

Le misure psicologiche hanno riguardato prevalentemente il costrutto del pain-related fear: in particolare, gli strumenti di valutazione generici, ovvero FABQ, TSK, PASS e PHODA, sono stati somministrati a 1246 persone appartenenti a diciannove studi (23 popolazioni), mentre le misure specifiche, ovvero PHODA-lift e Task-Specific Fear,

hanno coinvolto 191 soggetti distribuiti in quattro studi (4 popolazioni). La catastrofizzazione, misurata attraverso CSQ-Cat e PCS, è stata indagata in 399 partecipanti, all'interno di dieci studi (11 popolazioni).

Nella Tabella 1 sono riportate le caratteristiche degli studi in ordine temporale decrescente. In particolare, la tabella riporta il disegno di studio, la numerosità del campione (escludendo eventuali gruppi di confronto), l'età media e la condizione clinica. Inoltre sono stati riportate informazioni riguardanti gli outcome biomeccanici, in particolare, il compito richiesto, lo specifico outcome misurato e la modalità di rilevazione della misura. Per quanto riguarda gli aspetti psicologici sono state descritte le scale impiegate in ogni studio. Infine sono riportati il tipo di calcolo statistico effettuato e la valutazione metodologica.

Tabella 1: Caratteristiche degli studi

Study	Design	N	Age	Condition	Task Required	Outcome of Interest	Methodology	Pain-Related Threat Tool	Statistical Analysis	Quality Rating
M. van der Veen, 2024 <sup>44</sup>	Cross-sectional secondary analysis from RCT	98	39	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (reaching task)	Spinal ROM (lumbar flexion)	Optoelectronic motion analysis system	PCS	Partial correlation	Moderate
Ikwanusi, 2024 <sup>67</sup>	Pre-post study	5	/	CNSLBP high FABQ-W score (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Modified Shober's Test (MST)	FABQ	Pearson correlation	Moderate
		19	/	CNSLBP high FABQ-PA score (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Modified Shober's Test (MST)	FABQ	Pearson correlation	
Matheve, 2024 <sup>61</sup>	Cross-sectional secondary analysis from RCT	55	41.1	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (lifting task)	Movement velocity (mean velocity of lumbar extension to return in upright position at self-selected pace; °/s)	Wireless inertial measurement units (IMUs) system	TSK PHODA PHODA-lift	Pearson correlation and Spearman correlation	High
Nishi, 2023 <sup>45</sup>	Cross-sectional study	48	58.46	CNSLBP (>6m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion) Movement velocity (peak velocity of lumbar flexion at max speed; °/s)	Bi-axial flexible electrogoniometer	TSK	Pearson correlation	Moderate
Imai, 2022 <sup>60</sup>	Cross-sectional study	50	47.1	CNSLBP (>6m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion) Movement velocity (peak acceleration of lumbar flexion and	Two wireless accelerometers on the spine	TSK Task-specific fear	Pearson correlation	Moderate

						extension to return in upright position at self-selected pace and at max speed; °/s <sup>2</sup> )				
Fujii, 2022 <sup>59</sup>	Cross-sectional study	31	30.5	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (lifting task)	Motor coordination (MARP: mean absolute relative phase in trunk flexion and return in upright position at max speed)	3D motion capture system	Task-specific pain-related fear	Spearman correlation	Moderate
Fujii, 2021 <sup>51</sup>	Cross-sectional study	35	30.0	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (lifting task)	Movement velocity (peak velocity of trunk flexion and return in upright position at self-selected pace; °/s)	3D motion capture system	TSK PCS PASS	Spearman correlation	Low
Alsubaie, 2021 <sup>63</sup>	Cross-sectional study	15	37.1	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (in sitting)	Motor variability (variability across twelve cycles of 50° trunk flexion and 20° extension during a visual tracking task, at self-selected pace and at max speed)	3D motion capture system	FABQ	Pearson correlation	Low
Alcaraz-Clariana, 2021 <sup>66</sup>	Case-control study	33	41.9	Acute NSLBP (<4w)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Inertial measurement unit (IMU) system	FABQ	Pearson correlation	High
Aure, 2020 <sup>48</sup>	Cross-sectional study	141	46.2	Acute NSLBP (<6w) Sub-acute NSLBP (6-12w) CNSLBP (>12w)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Modified Shober's test (MST)	FABQ	Pearson correlation	Moderate
Salt, 2020 <sup>62</sup>	Cross-sectional secondary analysis from RCT	29	53.5	Acute NSLBP (<4w)	Spinal flexion	Spinal ROM (pelvic flexion tilt)  Motor coordination (LTR: Lumbo-Thoracic	Wireless inertial measurement units (IMUs) system	PCS	Pearson correlation	Low

				Subacute NSLBP (4w-3m) CNSLBP (>3m)		ratio of three trunk flexion and return in upright position, at self-selected pace and at max speed)				
Nieto-Garcia, 2019 <sup>57</sup>	Cross-sectional study	30	49.3	CNSLBP (>6m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Mobile goniometer device	TSK PCS	Pearson correlation	Moderate
La Touche, 2019 (1) <sup>50</sup>	Cross-sectional study	30	36.5	CNSLBP low self-efficacy (>6m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Smartphone-based goniometer	TSK FABQ PCS	Pearson correlation	Moderate
		30	38.2	CNSLBP high self-efficacy (>6m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Smartphone-based goniometer	TSK FABQ PCS	Pearson correlation	
La Touche, 2019 (2) <sup>55</sup>	Cross-sectional study	49	45.1	CNSLBP (>6m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Smartphone inclinometer application	TSK PCS	Pearson correlation	Moderate
Matheve, 2019 <sup>53</sup>	Cross-sectional secondary analysis from RCT	55	41.1	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Inertial measurement unit (IMU) system	PHODA-lift	Spearman correlation	Moderate
Jette, 2016 <sup>52</sup>	Cross-sectional study	32	32.9	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion, extension, side flexion and rotation)  Movement velocity (peak velocity of lumbar flexion and extension at self-selected pace; °/s)	Inertial measurement unit (IMU) system	FABQ	Spearman correlation	Moderate
Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	Cross-sectional study	20	32.9	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar and pelvis flexion and extension)  Movement velocity (mean velocity of	Strain gauge device	TSK PCS	Pearson correlation	Moderate

						lumbar and pelvis flexion and extension to return in upright position; divided in T1, T2 and T3 at self-selected pace; °/s)				
Demoulin, 2013 <sup>56</sup>	Cross-sectional study	50	44.2	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Finger to floor distance	TSK PHODA	Pearson correlation	Moderate
Svendnsen, 2013 <sup>58</sup>	Cross-sectional study	12	38.6	NSLBP (0-6m)	Spinal flexion (full flexion bending and lifting task) Sit-to-stand	Motor variability (SaEn: sample entropy of left EAO in thirty second of each activity)  Motor coordination (NMI: normalized mutual information between right and left EAO and right and left ES)	Motion capture system with sEMG	FABQ CSQ-Cat	Pearson correlation	Low
Thomas, 2008 <sup>65</sup>	Prospective series of consecutive cases	36	26.9	Sub-acute NSLBP (3w from onset)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Magnetic-based kinematic system	TSK PASS PCS	Pearson correlation	High
Reneman, 2007 <sup>46</sup>	Cross-sectional studies	79	37.8	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (lifting task)	Movement velocity (total time to complete twenty forward bendings, at max speed, or mean time for one repetition if task not completed; s or s/rep)	Stopwatch	TSK	Pearson correlation	Moderate
		58	38.8	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion (lifting task)	Movement velocity (total time to complete twenty forward bendings, at max speed, or mean time for one repetition if task not completed; s or s/rep)	Stopwatch	FABQ	Pearson correlation	

George, 2006 <sup>64</sup>	Prospective case series	63	38.4	Acute NSLBP Subacute NSLBP (<60d)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Electronic inclinometer	FABQ	Spearman correlation	High
Grotle, 2004 <sup>49</sup>	Cross- sectional study	123	37.8	Acute NSLBP Subacute NSLBP (<3w)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Finger to floor distance	FABQ	Pearson correlation	Moderate
		233	42.0	CNSLBP (>1y)	Spinal flexion	Spinal ROM (lumbar flexion)	Finger to floor distance	FABQ	Pearson correlation	
McCracken, 1998 <sup>47</sup>	Cross- sectional study	30	40.9	CNSLBP (>3m)	Spinal flexion	Spinal ROM (trunk flexion)	/	CSQ-Cat	Pearson correlation	Low

La persistenza del dolore lombare riportata nei diversi lavori ha mostrato un'ampia eterogeneità. Diciassette studi hanno incluso esclusivamente soggetti con lombalgia cronica: in dodici casi la cronicità era definita come una durata superiore ai tre mesi, mentre nei restanti cinque come superiore ai sei mesi. Tre studi hanno invece arruolato unicamente soggetti con lombalgia acuta o subacuta: in un caso con durata inferiore a quattro settimane, in un altro con dolore presente da tre settimane esatte ( $\pm$  cinque giorni) e in un ulteriore studio con durata inferiore a sessanta giorni. Infine, quattro studi hanno considerato popolazioni miste con lombalgia sia acuta che cronica: due senza limiti temporali, uno con durata compresa tra zero e sei mesi e uno che includeva soggetti con dolore acuto di durata inferiore a tre settimane e soggetti con dolore cronico presente da oltre un anno (analizzati in due popolazioni differenti). La durata temporale del low back pain per popolazione è rappresentata in Figura 3.

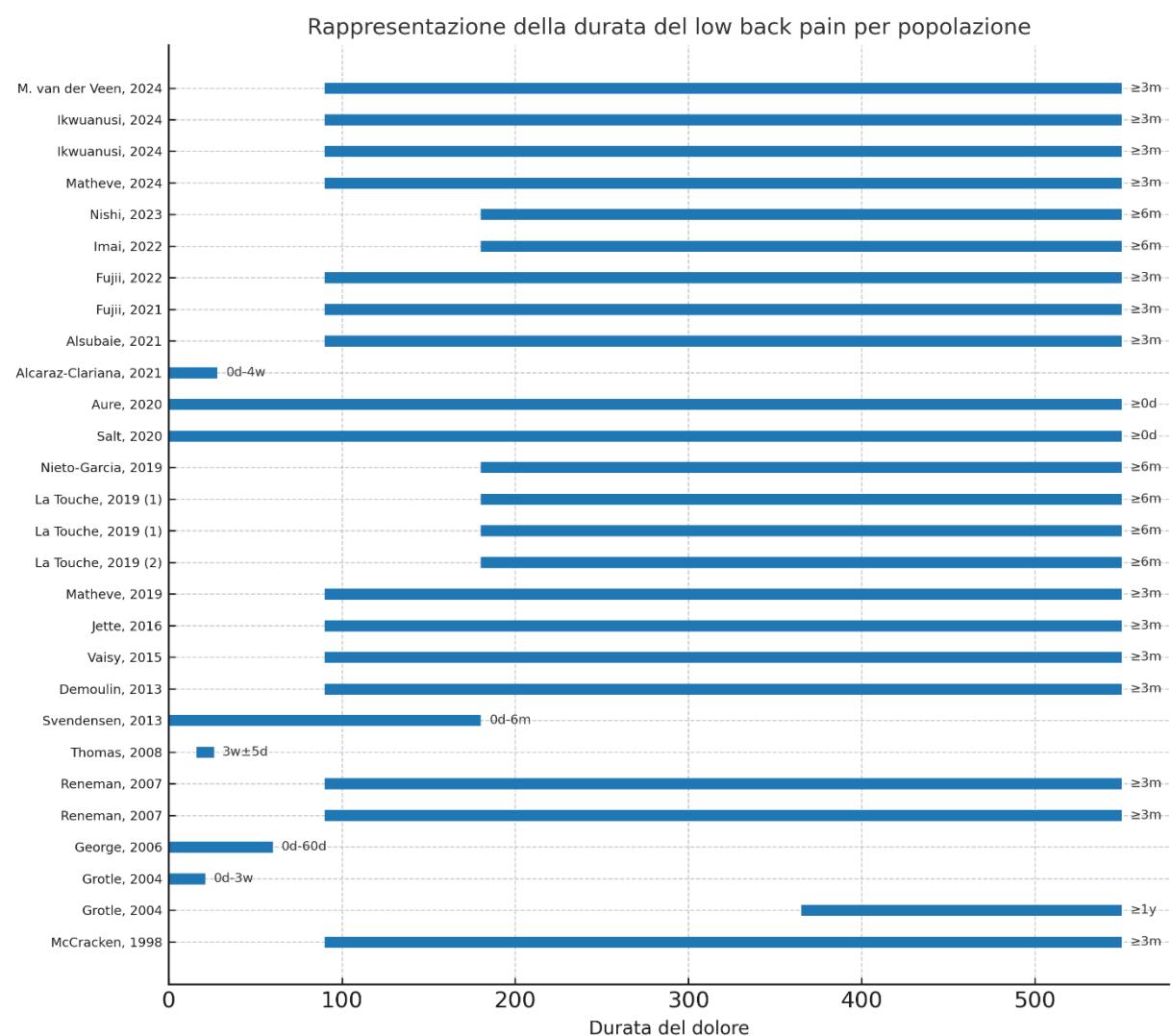


Figura 3: Durata del low back pain per ogni popolazione

La Tabella 2 riporta gli outcome psicologici e biomeccanici considerati e le loro definizioni, organizzando gli studi in base ai questionari adottati o agli outcome misurati.

*Tabella 2: Caratteristiche degli outcome biomeccanici e psicologici*

Outcome	Category	Sub-Category	Definition	No. Of Outcomes
Motor behavior	Spinal Range of Motion (trunk, lumbar or pelvis)	Flessione (°)	Angolo articolare sul piano sagittale	N=18 <sup>44,45,47–50,52–57,60,62,64–67</sup>
		Estensione (°)	Angolo articolare sul piano sagittale	N=2 <sup>52,54</sup>
		Inclinazione laterale (°)	Angolo articolare sul piano frontale	N=1 <sup>52</sup>
		Rotazione (°)	Angolo articolare sul piano trasversale	N=1 <sup>52</sup>
	Spinal Velocity	Velocità (°/s)	Misura dello spostamento angolare per unità di tempo di un movimento nel piano sagittale	N=5 <sup>45,51,52,54,61</sup>
		Accelerazione (°/s <sup>2</sup> )	Variazione della velocità rispetto al tempo di un movimento nel piano sagittale	N=1 <sup>60</sup>
		Tempo (s)	Tempo per completare un movimento o una sequenza di movimenti nel piano sagittale	N=1 <sup>46</sup>
	Spinal Coordination and Variability	Coordinazione	Relazione del movimento tra articolazioni o dei livelli di attivazione muscolare durante l'esecuzione di compiti funzionali	N=3 <sup>58,59,62</sup>
		Variabilità	Variazione intra-individuale nei pattern di movimento tra più ripetizioni di un compito, espressa tramite parametri cinematici o attività muscolare	N=2 <sup>58,63</sup>
Pain-related threat	Pain-related fear	TSK	Paura che emerge quando stimoli legati al dolore vengono percepiti come minacciosi	N=11 <sup>45,46,50,51,54–57,60,61,65</sup>
		FABQ		N= 10 <sup>46,48–50,52,58,63,64,66,67</sup>

	PASS		N=2 51,65
	PHODA		N=2 56,61
	PHODA-lift		N=2 53,61
	TSF		N=2 59,60
Pain catastrophizing	PCS	Valutazione irrazionale e negativa dell'esperienza dolorosa.	N=8 44,50,51,54,55,57,62,65
	CSQ-Cat		N=2 47,58

Gli outcome biomeccanici sono stati misurati attraverso strumenti e metodiche eterogenee, che spaziano da sistemi tecnologicamente avanzati a test clinici tradizionali.

Alcuni studi hanno utilizzato sistemi di analisi optoelettronica del movimento o sistemi di motion capture tridimensionale; in un caso è stato inoltre impiegato un sistema di analisi cinematica basato su tecnologia magnetica.

Diversi lavori hanno fatto ricorso a dispositivi indossabili, tra cui sistemi a unità di misura inerziale (IMU), sia wireless che cablati, accelerometri wireless posizionati sulla colonna, un dispositivo goniometrico mobile, un goniometro flessibile biassiale e uno strumento basato su estensimetri (strain gauge).

Sono state inoltre impiegate applicazioni per smartphone, con funzionalità goniometriche e inclinometriche.

In parallelo, sono stati frequentemente adottati metodi clinici consolidati: il Modified Shober's Test (MST), la misura della distanza “finger-to-floor”, l'inclinometro elettronico e il cronometro.

Infine, un singolo studio non ha specificato lo strumento utilizzato per la rilevazione dell'escursione articolare.

### 3.3 RISCHIO DI BIAS NEGLI STUDI

Per la valutazione del rischio di bias sono state utilizzate le seguenti scale in base al disegno di studio: Newcastle-Ottawa Scale adattata per studi cross-sectional (Tabella 3), Newcastle-Ottawa Scale adattata per studi case-control (Tabella 4), Quality Assessment Tool for Before-After (Pre-Post) Studies With No Control Group (Tabella 5) e Quality Assessment Tool for Case Series Studies (Tabella 6).

I valori sono riportati di seguito in ordine decrescente di valutazione:

*Tabella 3: Valutazione metodologica con Newcastle-Ottawa Scale adattata per studi cross-sectional*

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Punteggio
<i>Matheve, 2024</i> <sup>61</sup>	1	1	0	2	2	2	1	9/10: alta qualità
<i>M. van der Veen, 2024</i> <sup>44</sup>	1	0	0	2	2	2	1	8/10: qualità moderata
<i>Nishi, 2023</i> <sup>45</sup>	1	1	0	2	1	2	1	8/10: qualità moderata
<i>Aure, 2020</i> <sup>48</sup>	1	0	0	2	2	2	1	8/10: qualità moderata
<i>La Touche, 2019 (1)</i> <sup>50</sup>	1	1	0	2	1	2	1	8/10: qualità moderata
<i>La Touche, 2019 (2)</i> <sup>55</sup>	1	1	0	2	1	2	1	8/10: qualità moderata
<i>Matheve, 2019</i> <sup>53</sup>	1	0	0	2	2	2	1	8/10: qualità moderata
<i>Jette, 2016</i> <sup>52</sup>	1	1	0	2	1	2	1	8/10: qualità moderata
<i>Grotle, 2004</i> <sup>49</sup>	1	0	0	2	2	2	1	8/10: qualità moderata
<i>Imai, 2022</i> <sup>60</sup>	0	0	0	2	2	2	1	7/10: qualità moderata
<i>Fujii, 2022</i> <sup>59</sup>	0	0	0	2	2	2	1	7/10: qualità moderata
<i>Nieto-Garcia, 2019</i> <sup>57</sup>	1	0	0	2	1	2	1	7/10: qualità moderata
<i>Vaisy, 2015</i> <sup>54</sup>	1	0	0	2	1	2	1	7/10: qualità moderata
<i>Demoulin, 2013</i> <sup>56</sup>	0	0	0	2	2	2	1	7/10: qualità moderata
<i>Reneman, 2007</i> <sup>46</sup>	0	0	0	2	2	2	1	7/10: qualità moderata
<i>Fujii, 2021</i> <sup>51</sup>	0	0	0	2	1	2	1	6/10: bassa qualità
<i>Alsubaie, 2021</i> <sup>63</sup>	0	0	0	2	1	2	1	6/10: bassa qualità
<i>Salt, 2020</i> <sup>62</sup>	1	0	0	2	0	2	1	6/10: bassa qualità

<i>Svendnsen, 2013</i> <sup>58</sup>	0	0	0	2	1	2	1	6/10: bassa qualità
<i>McCracken, 1998</i> <sup>47</sup>	0	0	1	2	1	1	1	6/10: bassa qualità

Tabella 4: Valutazione metodologica con Newcastle-Ottawa Scale adattata per studi case-control

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Punteggio
<i>Alcaraz, 2021</i> <sup>66</sup>	1	1	1	1	2	0	1	1	8/10: alta qualità

Tabella 5: Valutazione metodologica con Quality Assessment Tool for Before-After (Pre-Post) Studies With No Control Group

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Punteggio
<i>Ikwuanusi, 2024</i> <sup>67</sup>	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No	Na	63%: qualità moderata

Tabella 6: Valutazione metodologica con Quality Assessment Tool for Case Series Studies

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Punteggio
<i>George, 2006</i> <sup>64</sup>	Si	Si	Si	Si	Na	Si	Si	Si	Si	100%: alta qualità
<i>Thomas, 2008</i> <sup>65</sup>	Si	Si	No	Si	Na	Si	Si	Si	Si	87.5%: alta qualità

Dei 24 studi valutati solo 4 hanno soddisfatto i criteri di alta qualità metodologica<sup>61,64–66</sup>; 15 sono stati etichettati invece come di qualità moderata<sup>44–46,48–50,52–57,59,60,67</sup> e 5 di bassa qualità<sup>47,51,58,62,63</sup>. I rischi di bias più comuni sono legati alla mancata giustificazione del campione tramite calcolo statistico e alla mancata descrizione o gestione dei non responder.

## 3.4 RISULTATI DEGLI STUDI

I risultati degli studi sono stati organizzati in base alle correlazioni osservate tra le variabili, raggruppate in sei principali categorie. In particolare, le correlazioni riguardano: Pain-related fear e ROM spinale (Tabella 7-8-9-10), Pain-related fear e Velocità spinale (Tabella 11), Pain-related fear e Coordinazione e Variabilità spinale (Tabella 12-13), Catastrofizzazione del dolore e ROM spinale (Tabella 14-15), Catastrofizzazione del dolore e Velocità spinale (Tabella 16), Catastrofizzazione del dolore e Coordinazione e Variabilità spinale (Tabella 17-18).

### 3.4.1 Pain-related fear e ROM spinale

*Tabella 7: Pain-related fear e ROM spinale in flessione*

Ikwanusi, 2024 <sup>67</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ-W – Flexion ROM [0.09]
	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ-PA – Flexion ROM [-0.10]
Nishi, 2023 <sup>45</sup>	TSK	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK-11 – Flexion ROM [-0.20]
Imai, 2022 <sup>60</sup>	TSK TSF	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK-11 – Flexion ROM (comfortable pace) [0.09] TSK-11 – Flexion ROM (max speed) [0.16] TSF – Flexion ROM (comfortable pace) [-0.17] TSF – Flexion ROM (max speed) [-0.17]
Alcaraz-Clariana, 2021 <sup>66</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ – Flexion ROM [-0.401]*
Aure, 2020 <sup>48</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ – Flexion ROM [0.13]
Nieto-Garcia, 2019 <sup>57</sup>	TSK-11	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK-11 – Flexion ROM [-0.194] TSK-AA – Flexion ROM [-0.230] TSK-H – Flexion ROM [-0.085]
La Touche, 2019 (1) <sup>50</sup>	TSK FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK-11 – Flexion ROM [-0.539]** FABQ – Flexion ROM [-0.269] FABQ-PA – Flexion ROM [-0.355] FABQ-W – Flexion ROM [-0.135]
	TSK FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK-11 – Flexion ROM [-0.344] FABQ – Flexion ROM [0.652]** FABQ-PA – Flexion ROM [0.648]** FABQ-W – Flexion ROM [0.879]**
La Touche, 2019 (2) <sup>55</sup>	TSK	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK – Flexion ROM [-0.27]
Matheve, 2019 <sup>53</sup>	PHODA	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PHODA-lift – Flexion ROM [-0.43]***
Jette,	FABQ	<u>Spinal ROM</u>	FABQ-PA – Flexion ROM [-0.03]

2016 <sup>52</sup>		(lumbar flexion)	FABQ-W – Flexion ROM [-0.22]
Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	TSK	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion) (pelvis flexion)	<i>Lumbar:</i> TSK – Flexion ROM [-0.02] <i>Pelvis:</i> TSK – Flexion ROM [-0.64]*
Demoulin, 2013 <sup>56</sup>	TSK PHODA	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK total – Flexion ROM [0.235] # TSK-AA – Flexion ROM [0.272] # PHODA – Flexion ROM [0.052] #
Thomas, 2008 <sup>65</sup>	TSK PASS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	TSK – Flexion ROM [-0.41]*** PASS – Flexion ROM [-0.54]***
George, 2006 <sup>64</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ-PA Item1 – Flexion ROM [-0.10] FABQ-PA Item2 – Flexion ROM [-0.28]* FABQ-PA Item3 – Flexion ROM [-0.30]* FABQ-PA Item4 – Flexion ROM [-0.32]*
Grotle, 2004 <sup>49</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ-PA – Flexion ROM [-0.02] # FABQ-W – Flexion ROM [0.08] #
	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	FABQ-PA – Flexion ROM [0.05] # FABQ-W – Flexion ROM [0.11] #

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Tabella 8: Pain-related fear e ROM in estensione

Jette, 2016 <sup>52</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar extension)	FABQ-PA – Extension ROM [0.00] FABQ-W – Extension ROM [-0.16]
Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	TSK	<u>Spinal ROM</u> (lumbar extension) (pelvis extension)	<i>Lumbar:</i> TSK – Extension ROM [-0.14] <i>Pelvis:</i> TSK – Extension ROM [-0.16]

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Tabella 9: Pain-related fear e ROM in inclinazione laterale

Jette, 2016 <sup>52</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar side flexion)	FABQ-PA – Right lateral flexion ROM [-0.11] FABQ-PA – Left lateral flexion ROM [-0.35] FABQ-W – Right lateral flexion ROM [-0.16] FABQ-W – Left lateral flexion ROM [-0.04]
------------------------------	------	---	--

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Tabella 10: Pain-related fear e ROM in rotazione

Jette, 2016 <sup>52</sup>	FABQ	<u>Spinal ROM</u> (lumbar rotation)	FABQ-PA – Right rotation ROM [0.04] FABQ-PA – Left rotation ROM [-0.29] FABQ-W – Right rotation ROM [-0.11] FABQ-W – Left rotation ROM [-0.21]
------------------------------	------	--	---

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

In questa sezione sono state analizzate complessivamente 18 popolazioni, provenienti da 15 studi; per un totale di 1121 soggetti e 51 correlazioni riguardanti l'associazione

tra le misure di pain-related fear, sia attraverso questionari generali che misure specifiche, e il ROM spinale al baseline. Di tutte le correlazioni 39 riguardano il ROM in flessione, 4 il ROM in estensione, 4 in inclinazione e 4 in rotazione.

Delle 39 correlazioni con il ROM in flessione 20 derivano dalla somministrazione della scala FABQ e delle sue sottoscale o item specifici; 14 dalla TSK e dalle sue sottoscale; 1 dalla PASS; 1 dalla PHODA; 1 da PHODA-lift e 2 da misure specifiche di paura correlata al compito (TSF).

Risultati di particolare rilevanza emergono da più studi: in particolare nello studio di Alcaraz-Clariana<sup>66</sup> vi è una correlazione significativa moderata con FABQ di [-0.401\*]; in quello di Matheve<sup>53</sup>, un risultato simile è stato osservato con l'item PHODA-lift di [-0.43\*]. Nello studio di Vaisy<sup>54</sup> non è stata rilevata una correlazione significativa tra la TSK e il ROM lombare ma è emersa una correlazione forte con il ROM pelvico di [-0.64\*]. Ulteriori risultati interessanti emergono anche dallo studio di Thomas<sup>65</sup> dove sia la TSK che la PASS mostrano una forte significatività, rispettivamente di [-0.41\*\*\*] e di [-0.54\*\*\*]. Nello studio di George<sup>64</sup> invece sono stati analizzati diversamente i 4 item della scala FABQ, in questo caso gli ultimi 3 item hanno ottenuto correlazioni significative di [-0.28\*], [-0.30\*] e [-0.32\*]. Infine considerazioni rilevanti emergono dallo studio di La Touche (1)<sup>50</sup> che ha suddiviso la popolazione iniziale in soggetti con alti livelli di Self-efficacy e bassi livelli di Self-efficacy; i soggetti del primo gruppo hanno ottenuto correlazioni positive, in particolare tre correlazioni forti con le scale FABQ [0.652\*], FABQ-PA [0.648\*] e FABQ-W [0.879\*]; i soggetti con bassa Self-efficacy invece hanno ottenuto correlazioni negative in particolare con la TSK una correlazione forte di [-0.539\*]; ad evidenziare l'importante ruolo che l'autoefficacia ha in questo contesto.

Le 4 correlazioni riguardanti il ROM in estensione derivano per metà dalla somministrazione delle sottoscale della FABQ e per l'altra metà dalla TSK. Non emergono risultati rilevanti.

Le 4 correlazioni con il ROM in inclinazione derivano tutte dalla somministrazione delle sottoscale FABQ; così come per le 4 correlazioni con il ROM in rotazione. Non emergono risultati significativi; la correlazione più forte è di [-0.35]<sup>52</sup> tra FABQ-PA e il ROM in inclinazione sinistra con un p-value quasi significativo di 0.05.

### 3.4.2 Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale

Tabella 11: Pain-related fear e Indicatori di Velocità

Matheve, 2024 <sup>53</sup>	TSK PHODA	<u>Movement velocity</u> (mean velocity of lumbar extension to return in upright position at self-selected pace; °/s)	<i>Extension (return in upright position):</i> TSK-total – Lumbar Velocity [-0.11] TSK-AA – Lumbar Velocity [-0.14] TSK-SF – Lumbar Velocity [-0.06] PHODA-total – Lumbar Velocity [-0.13] PHODA-lift – Lumbar Velocity [-0.57]****
Nishi, 2023 <sup>45</sup>	TSK	<u>Movement velocity</u> (peak velocity of lumbar flexion at max speed; °/s)	<i>Flexion:</i> TSK-11 – Lumbar Velocity [-0.15]
Fujii, 2021 <sup>51</sup>	TSK PASS	<u>Movement velocity</u> (peak velocity of trunk flexion and extension to return in upright position at self-selected pace; °/s)	<i>Flexion:</i> TSK – Trunk Velocity [-0.10] PASS-20 – Trunk Velocity [-0.02] <i>Extension (return in upright position):</i> TSK – Trunk Velocity [0.62]** # PASS-20 – Trunk Velocity [0.23] #
Jette, 2016 <sup>52</sup>	FABQ	<u>Movement velocity</u> (peak velocity of lumbar flexion and extension at self-selected pace; °/s)	<i>Flexion:</i> FABQ-PA – L1 Velocity [-0.09] FABQ-W – L1 Velocity [-0.18] FABQ-PA – S2 Velocity [-0.17] FABQ-W – S2 Velocity [0.22] <i>Extension:</i> FABQ-PA – L1 Velocity [0.01] FABQ-W – L1 Velocity [-0.34] FABQ-PA – S2 Velocity [-0.09] FABQ-W – S2 Velocity [-0.24]
Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	TSK	<u>Movement velocity</u> (mean velocity of lumbar and pelvis flexion and extension to return in upright position; divided in T1, T2 and T3 at self-selected pace; °/s)	<i>Lumbar flexion:</i> TSK – Lumbar Velocity T1 [-0.22] TSK – Lumbar Velocity T2 [-0.10] TSK – Lumbar Velocity T3 [-0.02] <i>Pelvis flexion:</i> TSK – Pelvis Velocity T1 [-0.34] TSK – Pelvis Velocity T2 [-0.56]* TSK – Pelvis Velocity T3 [-0.73]* <i>Lumbar extension (return in upright position):</i> TSK – Lumbar Velocity T1 [-0.08] TSK – Lumbar Velocity T2 [-0.12] TSK – Lumbar Velocity T3 [0.14] <i>Pelvis extension (return in upright position):</i> TSK – Pelvis Velocity T1 [-0.03] TSK – Pelvis Velocity T2 [-0.33] TSK – Pelvis Velocity T3 [-0.34]
Imai, 2022 <sup>60</sup>	TSK TSF	<u>Movement velocity</u> (peak acceleration of lumbar flexion and extension to return in upright position at self-selected pace and at max speed; °/s <sup>2</sup> )	<i>Flexion:</i> TSK-11 – Lumbar Velocity (comfortable pace) [-0.24] TSK-11 – Lumbar Velocity (max speed) [-0.09] TSF – Lumbar Velocity (comfortable pace) [-0.43]** TSF – Lumbar Velocity (max speed) [-0.21]** <i>Extension (return in upright position):</i> TSK-11 – Lumbar Velocity (comfortable pace) [0.18] # TSK-11 – Lumbar Velocity (max speed) [0.11] # TSF – Lumbar Velocity (comfortable pace) [0.41]** # TSF – Lumbar Velocity (max speed) [0.59]*** #
Reneman,	TSK	<u>Movement velocity</u>	TSK – Task Time [0.14] #

2007 <sup>46</sup>		(total time to complete twenty forward bendings, at max speed, or mean time for one repetition if task not completed; s or s/rep)	
	FABQ	<u>Movement velocity</u> (total time to complete twenty forward bendings, at max speed, or mean time for one repetition if task not completed; s or s/rep)	FABQ-PA – Task Time [0.07] # FABQ-W – Task Time [0.30]* #

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Sono state analizzate 8 popolazioni provenienti da 7 studi, per un totale di 377 soggetti e 41 coefficienti di correlazione che hanno indagato l'associazione tra scale di pain-related fear e indicatori di velocità spinale.

Delle 41 correlazioni totali, 23 derivano dalla somministrazione della scala TSK e sue sottoscale, 10 dalla FABQ e sue sottoscale, 2 dalla PASS, 1 dalla PHODA, 1 dalla PHODA-lift e 4 da misure specifiche di paura correlata al compito (TSF).

Cinque studi riguardanti cinque popolazioni hanno esaminato la relazione con la velocità angolare, valutata in condizioni differenti: quattro popolazioni in flessione anteriore, una in estensione e tre durante il ritorno in stazione eretta dalla massima flessione. Le modalità di rilevazione sono risultate eterogenee: due misurazioni sono state condotte durante un'attività di sollevamento mentre tre durante una flessione anteriore libera; due facevano riferimento alla velocità media e tre alla velocità massima registrata; solo una prevedeva l'esecuzione alla massima velocità, mentre le altre quattro erano effettuate a velocità naturale. In uno studio è stata considerata la velocità del tronco, in un'altra sia quella lombare che quella pelvica ed infine negli altri tre studi solamente la velocità lombare. Infine, in un unico studio, la velocità è stata calcolata dividendo l'arco di movimento in più tratti in modo da ottenere misure più specifiche.

Risultati rilevanti emergono da diversi studi: in particolare lo studio di Matheve<sup>61</sup> riporta una forte associazione tra PHODA-lift e velocità lombare media nel ritorno dalla flessione anteriore ad una velocità naturale di [-0.57\*\*\*\*]. Lo studio di Fujii<sup>51</sup> invece

descrive una correlazione forte tra TSK e velocità massima del tronco nel ritorno dalla flessione anteriore ad una velocità naturale di [-0.62\*]. Infine nello studio di Vaisy<sup>54</sup> emergono due forti correlazioni significative tra TSK e velocità media in flessione ad una velocità naturale in due intervalli differenti dell'arco di movimento: per il tratto T2 vi è una correlazione di [-0.56\*] e nel tratto T3 di [-0.73\*].

Un solo studio, quello di Imai<sup>60</sup>, riguardante una sola popolazione ha analizzato la relazione con l'accelerazione angolare lombare; riportando valori sia per la flessione che per il ritorno dalla flessione e facendo eseguire il task sia alla massima velocità che ad una velocità naturale. In questo studio emergono risultati significativi di entità lieve, moderata e forte per quanto riguarda le correlazioni tra TSF e massima accelerazione lombare nella flessione eseguita sia ad una velocità naturale [-0.43\*\*], che alla massima velocità [-0.21\*\*] e nel ritorno dalla flessione sia ad una velocità naturale [-0.41\*\*] che alla massima velocità [-0.59\*\*\*].

Infine lo studio di Reneman<sup>46</sup>, comprendente due popolazioni, ha analizzato la relazione con il tempo impiegato a svolgere un task di 20 flessioni anteriori di tronco per sollevare un oggetto (o, in caso di interruzione, il tempo medio per ripetizione). È stata osservata una relazione significativa moderata tra FABQ-W e il tempo di [-0.30\*], ad indicare il tempo maggiore impiegato per svolgere il task.

### 3.4.3 Pain-related fear e Coordinazione e Variabilità spinale

*Tabella 12: Pain-related fear e Coordinazione*

Fujii, 2022 <sup>59</sup>	TSF	<u>Motor coordination</u> (MARp: mean absolute relative phase in trunk flexion and return in upright position at max speed)	TSF – MARp [-0.70]** misura specifica
Svendnsen, 2013 <sup>58</sup>	FABQ	<u>Motor coordination</u> (NMI: normalized mutual information between right and left EAO and right and left ES)	FABQ-W – NMI right-left ES [0.368] FABQ-W – NMI right-left EAO [-0.213] FABQ-PA – NMI right-left ES [0.113] FABQ-PA – NMI right-left EAO [-0.002]

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Tabella 13: Pain-related fear e Variabilità

Alsubaie, 2021 <sup>63</sup>	FABQ	<b>Motor variability</b> (variability across twelve cycles of 50° trunk flexion and 20° extension during a visual tracking task, at self-selected pace and at max speed)	FABQ-PA – Lumbar Variability (slow speed task) [0.55]*# FABQ-PA – Lumbar Variability (fast speed task) [0.46]#
Svendsen, 2013 <sup>58</sup>	FABQ	<b>Motor variability</b> (SaEn: sample entropy of left EAO in thirty second of each activity)	FABQ-W – SaEn left EAO [-0.095]# FABQ-PA – SaEn left EAO [-0.372]#

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

In questa sezione sono state analizzate tre popolazioni per un totale di 58 soggetti, provenienti da tre studi. Complessivamente sono state descritte 9 correlazioni tra misure di pain-related fear e indicatori di coordinazione e variabilità del movimento. Di queste correlazioni 8 sono state ottenute dalla somministrazione della scala FABQ-W e FABQ-PA e solo una è stata ottenuta da una misura specifica di paura correlata al compito (TSF).

Due studi si sono occupati di correlare misure di pain-related fear e indici di coordinazione del movimento. Fujii<sup>59</sup>, nel suo studio, ha valutato il MARP (Mean Absolute Relative Phase), che quantifica la sincronizzazione tra segmenti corporei: valori bassi indicano un pattern “in-phase”, cioè movimenti rigidamente sincronizzati e meno adattabili, mentre valori elevati riflettono una maggiore indipendenza. In questo studio è emersa una correlazione negativa significativa e forte con TSF di [-0.70\*] rilevata durante un compito sul piano sagittale alla massima velocità. Svendsen<sup>58</sup> ha invece analizzato l’NMI (Normalized Mutual Information), indice di connettività funzionale tra coppie di muscoli che assume valori compresi tra 0 e 1, dove 0 indica assenza di dipendenza tra i muscoli e 1 connettività completa, senza riscontrare correlazioni rilevanti con FABQ.

Anche per la variabilità i dati disponibili provengono da due popolazioni. Svendsen<sup>58</sup>, ha misurato la SaEn (Sample Entropy), indice di complessità del segnale elettromiografico, in cui valori alti indicano un’attività più irregolare e variabile mentre

valori bassi un'attivazione più regolare e ripetitiva; i dati ottenuti oltre a non essere statisticamente significativi sono riferiti solo al muscolo obliquo esterno sinistro, con assenza di dati controlaterali. Alsubaie <sup>63</sup> ha invece valutato la variabilità del movimento durante cicli ripetuti di flessoestensione del tronco in un compito di tracking, riscontrando una correlazione forte positiva con FABQ [-0.55\*].

### 3.4.4 Catastrofizzazione e ROM spinale

*Tabella 14: Catastrofizzazione e ROM spinale in flessione*

M. van der Veen, 2024 <sup>44</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PCS – Flexion ROM (task 1) [-0.272]*** PCS – Flexion ROM (task 2) [-0.173]*** PCS – Flexion ROM (task 3) [-0.197]*** PCS – Flexion ROM (task 4) [-0.187]***
Salt, 2020 <sup>62</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (pelvic flexion tilt)	PCS – Flexion Tilt (fast-paced) [-0.34] PCS – Flexion Tilt (slow-paced) [-0.23]
Nieto-Garcia, 2019 <sup>57</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PCS – Flexion ROM [-0.130] PCS-H – Flexion ROM [-0.062] PCS-M – Flexion ROM [-0.257] PCS-R – Flexion ROM [-0.074]
La Touche, 2019 (1) <sup>50</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PCS – Flexion ROM [-0.520]** PCS-R – Flexion ROM [-0.403]* PCS-M – Flexion ROM [-0.759]** PCS-H – Flexion ROM [-0.358]
	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PCS – Flexion ROM [0.117] PCS-R – Flexion ROM [0.540]** PCS-M – Flexion ROM [0.510]** PCS-H – Flexion ROM [-0.125]
La Touche, 2019 (2) <sup>55</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PCS – Flexion ROM [-0.05]
Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion) (pelvis flexion)	<i>Lumbar:</i> PCS – Flexion ROM [-0.49]* <i>Pelvis:</i> PCS – Flexion ROM [-0.75]*
Thomas, 2008 <sup>65</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar flexion)	PCS – Flexion ROM [-0.35]*
McCracken, 1998 <sup>47</sup>	CSQ-Cat	<u>Spinal ROM</u> (trunk flexion)	CSQ-Cat – Flexion ROM [-0.28]

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

*Tabella 15: Catastrofizzazione e ROM spinale in estensione*

Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	PCS	<u>Spinal ROM</u> (lumbar extension) (pelvis extension)	<i>Lumbar:</i> PCS – Extension ROM [-0.32] <i>Pelvis:</i> PCS – Extension ROM [-0.20]
------------------------------	-----	---	--

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Sono state analizzate nove popolazioni provenienti da otto studi, per un totale di 352 soggetti e 25 coefficienti di correlazione tra catastrofizzazione e ROM spinale, derivanti dalle scale PCS e CSQ-Cat. Sette lavori hanno indagato esclusivamente il ROM in flessione, mentre uno ha considerato sia la flessione sia l'estensione.

Per quanto riguarda la flessione, in sei popolazioni è stato misurato solo il movimento lombare, in una quello pelvico, in una quello del tronco e in un'ultima sia il movimento pelvico sia quello lombare. Nelle correlazioni con il ROM lombare è stata somministrata esclusivamente la PCS, ad eccezione di uno studio dove è stata somministrata la CSQ-Cat.

Risultati rilevanti emergono da molteplici studi: in particolare, nello studio di M. van der Veen<sup>44</sup> sono riportate quattro correlazioni negative significative di cui una moderata e le altre tre lievi; queste sono riferite alla scala PCS in relazione al ROM lombare utilizzato in 4 diversi task virtuali dove si sono ottenuti i seguenti valori [-0.272\*\*\*], [-0.173\*\*\*], [-0.197\*\*\*] e [-0.187\*\*\*]. Nello studio di Vaisy<sup>54</sup> la PCS è correlata moderatamente e fortemente con il ROM in flessione lombare [-0.49\*] e in flessione pelvica [-0.75\*]. Nello studio di Thomas<sup>65</sup> invece la PCS ha mostrato un valore di correlazione moderato di [-0.35\*]. Infine, ulteriori risultati rilevanti emergono dallo studio di La Touche (1)<sup>50</sup> dove i soggetti con bassa Self-efficacy hanno ottenuto correlazioni negative con la PCS [-0.520\*\*], PCS-H [-0.403\*] e PCS-M [-0.759\*\*]; mentre i soggetti con alta Self-efficacy invece hanno ottenuto correlazioni positive con PCS-R [0.540\*\*] e PCS-M [0.510\*\*], ad evidenziare nuovamente l'importante ruolo della Self-efficacy.

Per quanto riguarda l'estensione spinale, questa è stata indagata nello studio di Vaisy<sup>54</sup>, dove è stata somministrata la PCS ed è stato considerato sia il movimento lombare che pelvico. Le correlazioni rilevate sono risultate negative, ma di entità lieve.

### **3.4.5 Catastrofizzazione e Indicatori di velocità spinale**

*Tabella 16: Catastrofizzazione e indicatori di velocità*

Fujii, 2021 <sup>51</sup>	PCS	<u>Movement velocity</u> (peak velocity of trunk flexion and return in upright position at self-selected pace; °/s)	<i>Flexion:</i> PCS - Trunk Velocity [-0.30] <i>Extension (return in upright position):</i> PCS - Trunk Velocity [0.18]#
------------------------------	-----	--	---

Vaisy, 2015 <sup>54</sup>	PCS	<u>Movement velocity</u> (mean velocity of lumbar and pelvis flexion and extension to return in upright position; divided in T1, T2 and T3 at self-selected pace; °/s)	<p><i>Lumbar flexion:</i>            PCS – Lumbar Velocity T1 [-0.61]*            PCS – Lumbar Velocity T2 [-0.23]            PCS – Lumbar Velocity T3 [0.07]</p> <p><i>Pelvis flexion:</i>            PCS – Pelvis Velocity T1 [-0.64]*            PCS – Pelvis Velocity T2 [-0.64]*            PCS – Pelvis Velocity T3 [-0.32]</p> <p><i>Lumbar extension (return in upright position):</i>            PCS – Lumbar Velocity T1 [-0.57]*            PCS – Lumbar Velocity T2 [-0.45]            PCS – Lumbar Velocity T3 [-0.03]</p> <p><i>Pelvis extension (return in upright position):</i>            PCS – Pelvis Velocity T1 [-0.32]            PCS – Pelvis Velocity T2 [-0.59]*            PCS – Pelvis Velocity T3 [-0.63]*</p>
------------------------------	-----	---	--

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Solo due popolazioni provenienti da due studi, per un totale di 55 soggetti e 14 coefficienti di correlazione hanno riportato correlazioni tra la catastrofizzazione e indicatori di velocità spinale. Tutte le correlazioni derivano dalla somministrazione della PCS.

In entrambi i casi è stata utilizzata la PCS come strumento di valutazione psicologica ed è stata misurata la velocità angolare. Questa è stata misurata in entrambi i casi sia nel movimento di flessione che nel ritorno da essa. In entrambi gli studi i partecipanti hanno eseguito movimenti di flesso-estensione a velocità naturale, ma con modalità di calcolo differenti: Vaisy<sup>54</sup> ha considerato la velocità media, mentre Fujii<sup>51</sup> la velocità massima.

Risultati significativi emergono dallo studio di Vaisy<sup>54</sup> dove la velocità è stata calcolata in tratti differenti (T1, T2, T3) sia per il tratto lombare che pelvico. Vi sono 6 correlazioni forti significative tra PCS e: la velocità lombare in flessione in T1 [-0.61\*], la velocità pelvica in flessione in T1 [-0.64\*] e in T2 [-0.64\*], la velocità lombare nel ritorno dalla flessione in T1 [-0.57\*], la velocità pelvica nel ritorno dalla flessione in T2 [-0.59\*] e T3 [-0.63\*].

### 3.4.6 Catastrofizzazione e Coordinazione e Variabilità spinale

Tabella 17: Catastrofizzazione e Coordinazione			
Salt, 2020 <sup>62</sup>	PCS	<u>Motor coordination</u> (LTR: lumbo-thoracic ratio of	PCS – LTR (fast-paced) [0.44]*# PCS – LTR (slow-paced) [0.17]#

		three trunk flexion and return in upright position, at self-selected pace and at max speed)	
Svendnsen, 2013 <sup>58</sup>	CSQ-Cat	<u>Motor coordination</u> (NMI: normalized mutual information between right and left EAO and right and left ES)	CSQ-Cat – NMI right-left ES [-0.434] CSQ-Cat – NMI right-left EAO [0.720]**

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

Tabella 18: Catastrofizzazione e Variabilità

Svendnsen, 2013 <sup>58</sup>	CSQ-Cat	<u>Motor variability</u> (SaEn: sample entropy of left EAO in thirty second of each activity)	CSQ-Cat – SaEn left EAO [-0.211]#
-------------------------------	---------	---	-----------------------------------

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001; \*\*\*\*p<0.0001; # direzione opposta

In questa sezione sono due gli studi, riguardanti due popolazioni, che si sono occupati di riportare correlazioni tra punteggi alle scale di catastrofizzazione e indicatori di coordinazione e variabilità. In totale sono 41 i soggetti rappresentati e 5 i coefficienti di correlazione riportati. Di questi coefficienti 2 derivano dalla somministrazione della PCS mentre gli altri 3 dalla sottoscala CSQ-Cat.

Due studi hanno analizzato l'associazione tra catastrofizzazione e coordinazione spinale. Lo studio di Salt <sup>62</sup> ha somministrato la PCS e calcolato l'LTR (Lumbo-Thoracic Ratio), indice che esprime il rapporto tra il contributo della flessione lombare e il movimento complessivo del tronco durante compiti di flesso-estensione eseguiti sia a velocità naturale che massimale. Valori elevati di LTR sono considerati espressione di strategie motorie maladattive. In questo caso è emersa una correlazione moderata significativa tra PCS e LTR in un task svolto alla massima velocità [-0.44\*]. Lo studio di Svendsen <sup>58</sup> ha invece somministrato la CSQ-Cat e calcolato l'NMI (Normalized Mutual Information), riportando una correlazione positiva forte per l'attività degli obliqui esterni dell'addome destri e sinistri [0.720\*\*] e negative moderate per gli erettori spinali destri e sinistri [-0.434].

Un solo studio, Svendensen <sup>58</sup>, ha esaminato l'associazione tra catastrofizzazione e la SaEn (Sample Entropy) come indice di variabilità e la CSQ-Cat. L'unica correlazione

ottenuta oltre a non essere significativa riguarda solamente l'attività dell'esterno obliquo dell'addome sinistro.

### **3.5 RISULTATI DELLA META-ANALISI**

Sono state quindi condotte cinque meta-analisi distinte, corrispondenti alle seguenti relazioni di interesse:

#### **3.5.1 Scale generiche di Pain-related fear e ROM spinale in flessione**

La meta-analisi ha incluso 36 campioni relativi a 14 studi che valutavano la relazione tra scale generiche di pain-related fear e ROM in flessione. L'eterogeneità tra gli studi era elevata ( $P < 0.001$ ;  $\tau^2 = 0.16$ ;  $I^2 = 73\%$ ), con quote di eterogeneità attribuibile al livello tra-studi pari al 37% ( $\tau^2_b = 0.06$ ;  $I^2_b = 0.37$ ) e quella entro-studio pari al 37% ( $\tau^2_w = 0.06$ ;  $I^2_w = 0.37$ ). Il Forest plot (Figura 4) mostra che la correlazione complessiva tra scale generiche di pain-related fear e ROM in flessione non è risultata significativa, suggerendo la paura del dolore potrebbe non influenzare in modo consistente il ROM in flessione ( $r = -0.11$ , IC 95%: [-0.23; 0.02],  $P = 0.09$ ). La valutazione tramite Funnel plot (Figura 5) e test sull'intercetta del modello RVE ( $\beta = -0.11$ ;  $SE = 0.06$ ;  $P = 0.09$ ) non hanno evidenziato bias di pubblicazione.

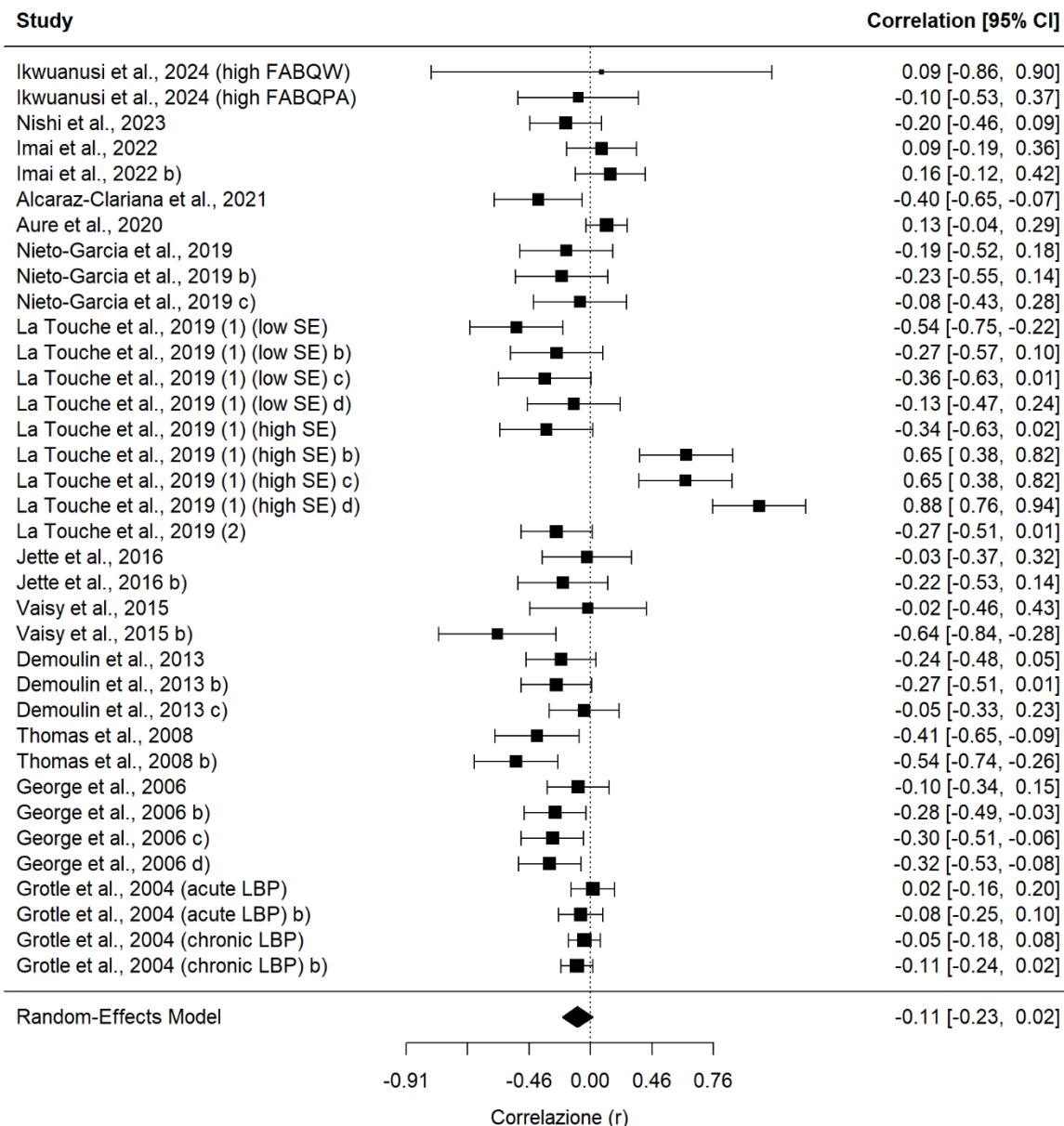
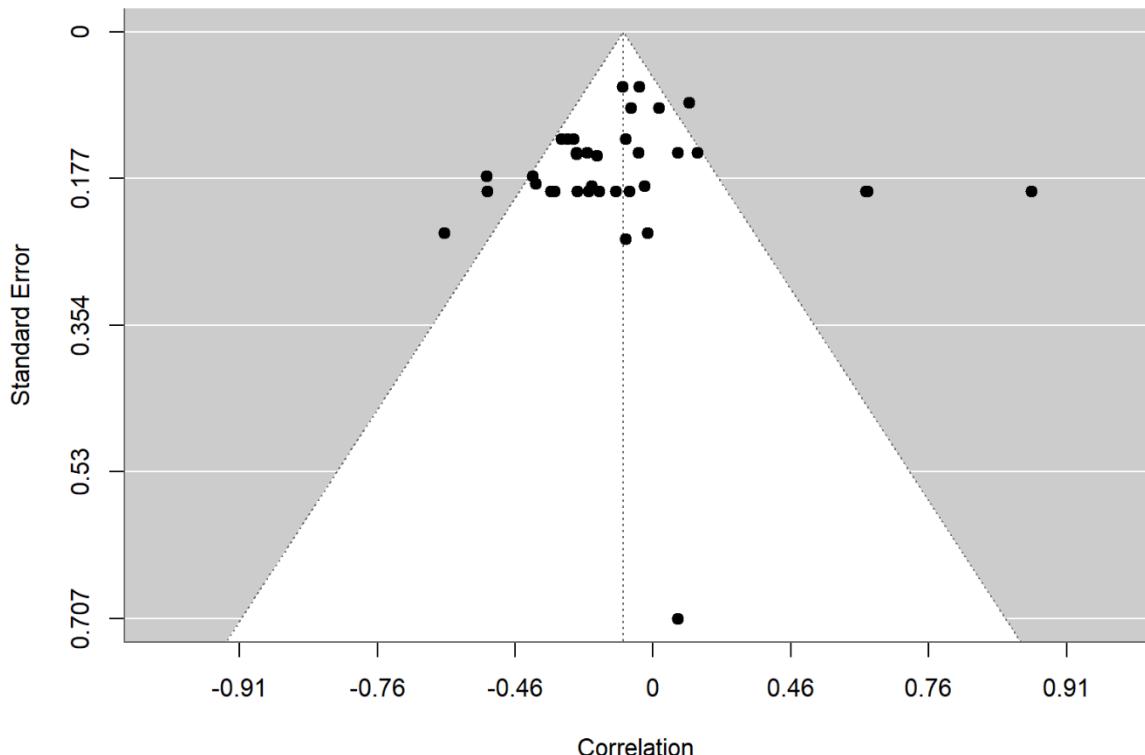


Figura 4: Forest Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e ROM in flessione

Ogni quadrato rappresenta la stima puntuale della correlazione ( $r$ ) per ciascuno studio, con il relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%). Le dimensioni dei quadrati sono proporzionali al peso attribuito a ciascuno studio nel modello multilevel, che considera la dipendenza tra più effetti dello stesso studio. Il diamante in basso indica la stima complessiva combinata della correlazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione. Quadrati e diamante posizionati a sinistra della linea centrale indicano una correlazione negativa, mentre quelli a destra indicano una correlazione positiva. Se il 95% IC degli studi o il diamante attraversano la linea centrale, la correlazione non è statisticamente significativa.



*Figura 5: Funnel Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e ROM in flessione*

Il grafico mostra la distribuzione degli studi in funzione della correlazione stimata (correlation, asse x) e della precisione (Standard Error, asse y). La linea verticale indica la correlazione complessiva stimata. In assenza di bias di pubblicazione, i punti (studi) dovrebbero distribuirsi simmetricamente attorno alla linea centrale; eventuali asimmetrie possono suggerire possibile bias di pubblicazione o eterogeneità residua.

### 3.5.2 Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale

Sono stati inclusi 36 campioni relativi a 7 studi esaminando la relazione tra scale generiche di pain-related fear e indicatori di velocità. L'eterogeneità tra gli studi era non significativa ( $P = 0.297$ ;  $\tau^2 = 0.04$ ;  $I^2 = 0\%$ ). La quota di eterogeneità attribuibile al livello tra studi è pari a 0% ( $\tau^2_b = 0$ ;  $I^2_b = 0$ ), mentre la quota attribuibile al livello entro studi è anch'essa 0% ( $\tau^2_w = 0$ ;  $I^2_w = 0$ ). Il Forest plot (Figura 6) evidenzia una correlazione complessiva negativa e debole, suggerendo che livelli più alti di paura del dolore sono associati a una riduzione degli indicatori di velocità ( $r = -0.17$  con un IC 95%: [-0.23; -0.11],  $P < 0.001$ ). La valutazione del Funnel plot (Figura 7) e il test sull'intercetta del modello RVE ( $\beta = -0.17$ ;  $SE = 0.03$ ;  $P < 0.001$ ) hanno mostrato la presenza di bias di pubblicazione.

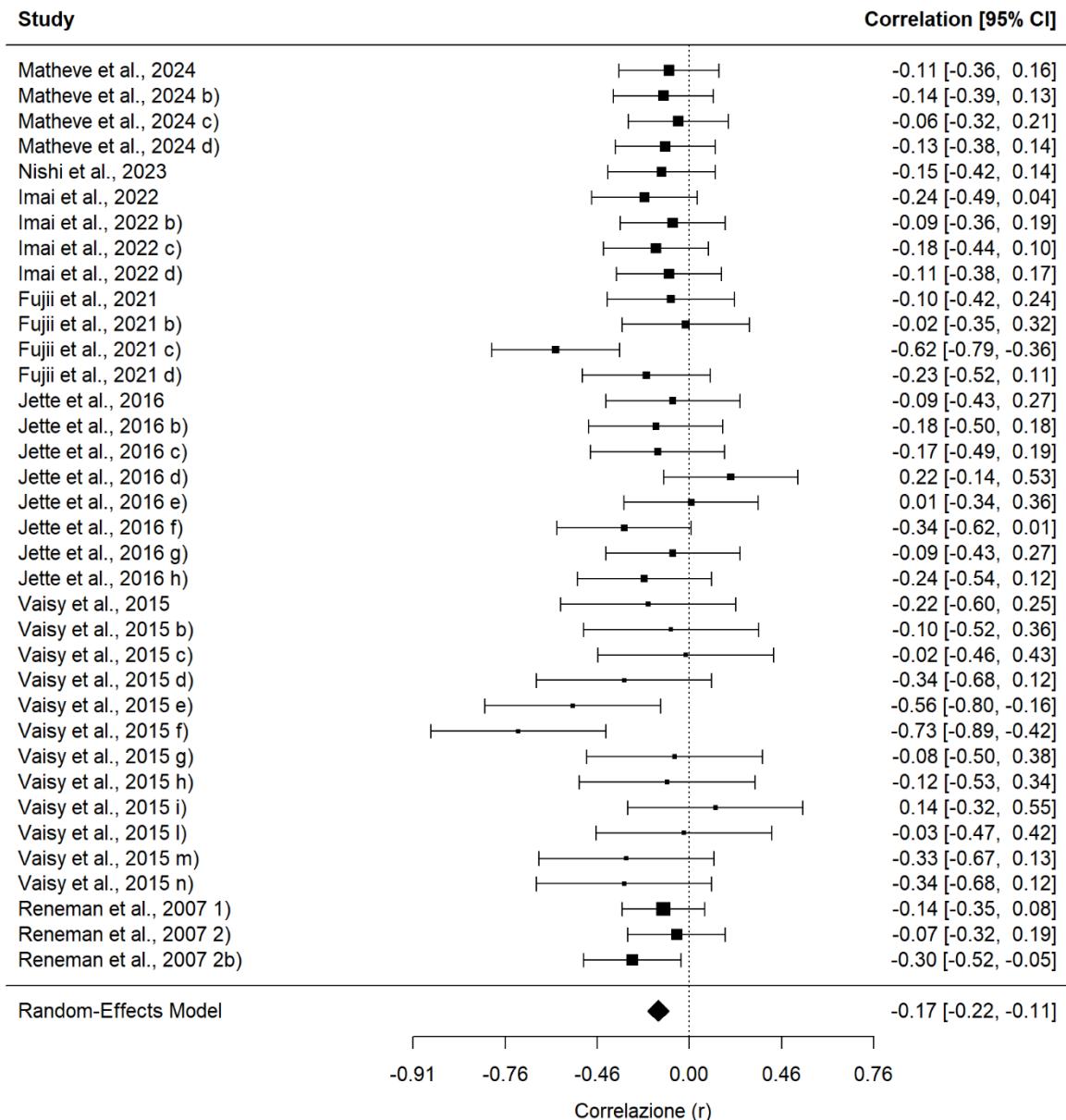
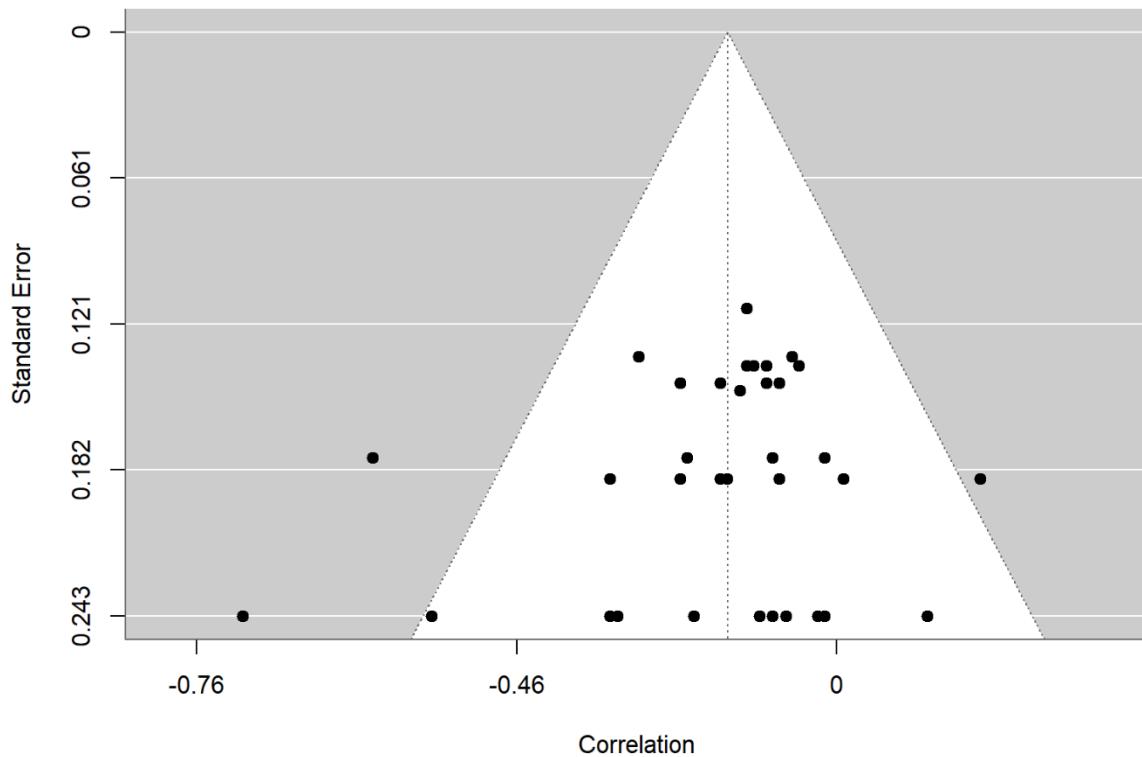


Figura 6: Forest Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità

Ogni quadrato rappresenta la stima puntuale della correlazione ( $r$ ) per ciascuno studio, con il relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%). Le dimensioni dei quadrati sono proporzionali al peso attribuito a ciascuno studio nel modello multilevel, che considera la dipendenza tra più effetti dello stesso studio. Il diamante in basso indica la stima complessiva combinata della correlazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione. Quadrati e diamante posizionati a sinistra della linea centrale indicano una correlazione negativa, mentre quelli a destra indicano una correlazione positiva. Se il 95% IC degli studi o il diamante attraversano la linea centrale, la correlazione non è statisticamente significativa.

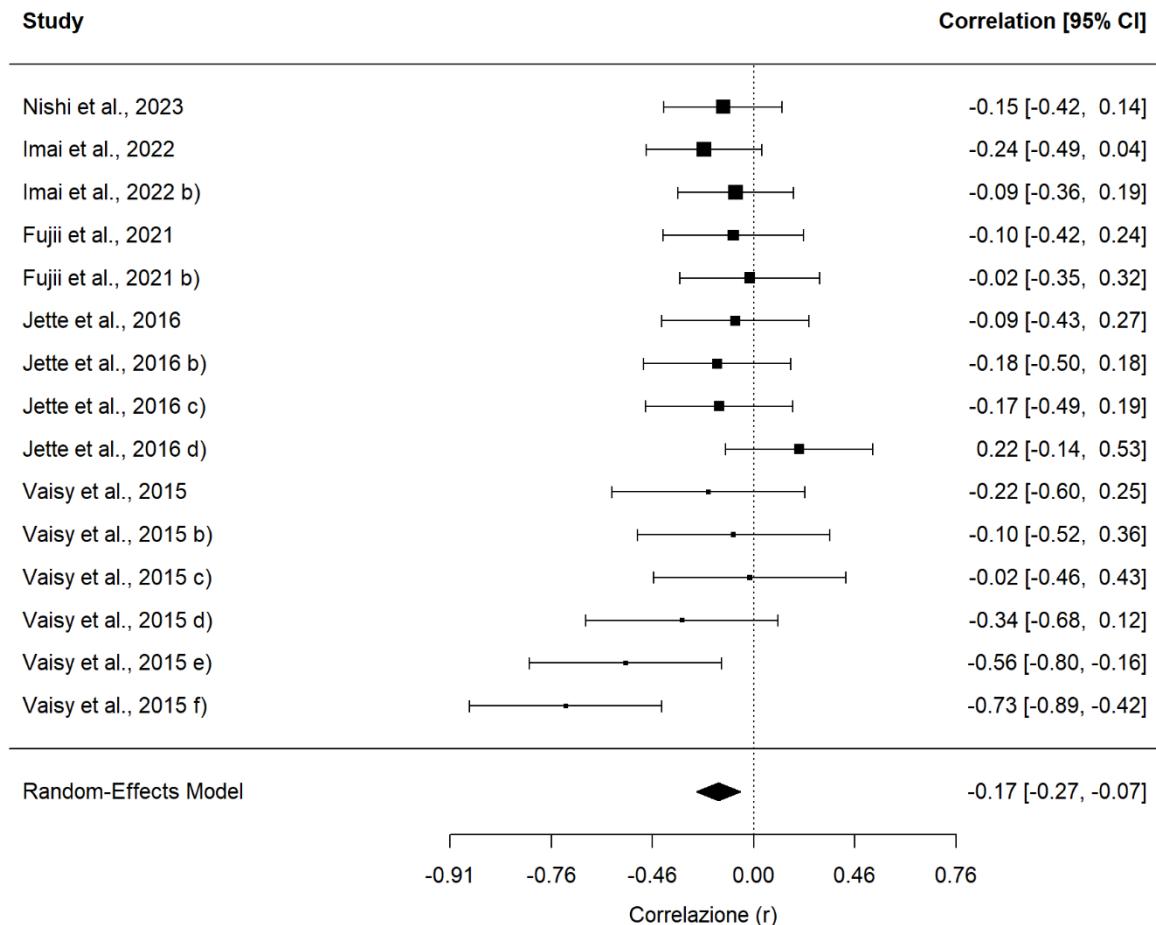


*Figura 7: Funnel Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità*

Il grafico mostra la distribuzione degli studi in funzione della correlazione stimata (correlation, asse x) e della precisione (Standard Error, asse y). La linea verticale indica la correlazione complessiva stimata. In assenza di bias di pubblicazione, i punti (studi) dovrebbero distribuirsi simmetricamente attorno alla linea centrale; eventuali asimmetrie possono suggerire possibile bias di pubblicazione o eterogeneità residua.

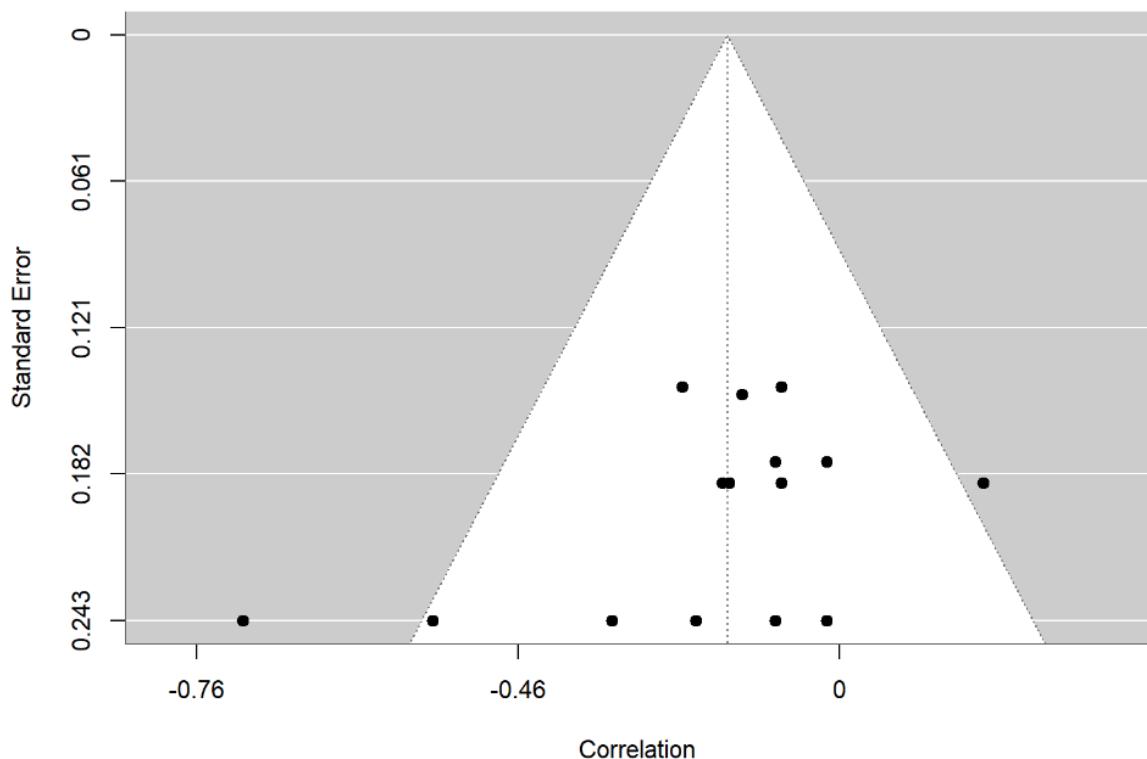
### 3.5.3 Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale in flessione

La meta-analisi ha considerato 15 campioni provenienti da 5 studi relativi alla relazione tra scale generiche di pain-related fear e gli indicatori di velocità in flessione. Gli studi sono risultati tra loro omogenei ( $P= 0.111$ ;  $\tau^2 = 0.05$ ;  $I^2 = 17\%$ ). La quota di eterogeneità attribuibile al livello tra studi è pari a 9% ( $\tau^2_b = 0$ ;  $I^2_b = 0.09$ ), mentre la quota attribuibile al livello entro studi è anch'essa 9% ( $\tau^2_w = 0$ ;  $I^2_w = 0.09$ ). Il Forest plot (Figura 8) mostra una significativa correlazione complessiva negativa e debole, indicando che livelli più alti di paura del dolore sono associati a una riduzione della velocità o accelerazione in flessione ( $r = -0.17$ , IC 95%: [-0.27; -0.07],  $P= 0.002$ ). Il Funnel plot (Figura 9) e il test sull'intercetta del modello RVE ( $\beta = -0.18$ ;  $SE=0.06$ ;  $P= 0.008$ ) hanno evidenziato bias di pubblicazione.



*Figura 8: Forest Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità in flessione*

Ogni quadrato rappresenta la stima puntuale della correlazione ( $r$ ) per ciascuno studio, con il relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%). Le dimensioni dei quadrati sono proporzionali al peso attribuito a ciascuno studio nel modello multilevel, che considera la dipendenza tra più effetti dello stesso studio. Il diamante in basso indica la stima complessiva combinata della correlazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione. Quadrati e diamante posizionati a sinistra della linea centrale indicano una correlazione negativa, mentre quelli a destra indicano una correlazione positiva. Se il 95% IC degli studi o il diamante attraversano la linea centrale, la correlazione non è statisticamente significativa.



*Figura 9: Funnel Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità in flessione*

Il grafico mostra la distribuzione degli studi in funzione della correlazione stimata (correlation, asse x) e della precisione (Standard Error, asse y). La linea verticale indica la correlazione complessiva stimata. In assenza di bias di pubblicazione, i punti (studi) dovrebbero distribuirsi simmetricamente attorno alla linea centrale; eventuali asimmetrie possono suggerire possibile bias di pubblicazione o eterogeneità residua.

### 3.5.4 Scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità spinale nel ritorno dalla flessione

Sono stati inclusi 14 campioni provenienti da 4 studi esaminando la relazione tra scale generiche di pain-related fear e velocità e accelerazione durante il ritorno dalla flessione. L'eterogeneità tra gli studi era non significativa ( $P= 0.351$ ;  $\tau^2 = 0.04$ ;  $I^2 = 1\%$ ). La porzione di eterogeneità imputabile al livello tra studi è dell'1% ( $\tau^2_b = 0$ ;  $I^2_b = 0.01$ ), come quella imputabile al livello entro studi, anch'essa dell'1% ( $\tau^2_w = 0$ ;  $I^2_w = 0.01$ ). Il Forest plot (Figura 10) mostra una correlazione complessiva negativa e debole, indicando che livelli più elevati di paura del dolore sono associati a una riduzione della velocità e accelerazione durante il ritorno dalla flessione ( $r = -0.17$ , IC 95%: [-0.26; -0.08],  $P < 0.001$ ). La valutazione tramite Funnel plot (Figura 11) e il test

sull'intercetta del modello RVE ( $\beta = -0.17$ ; SE= 0.05; P= 0.004) hanno evidenziato bias di pubblicazione.

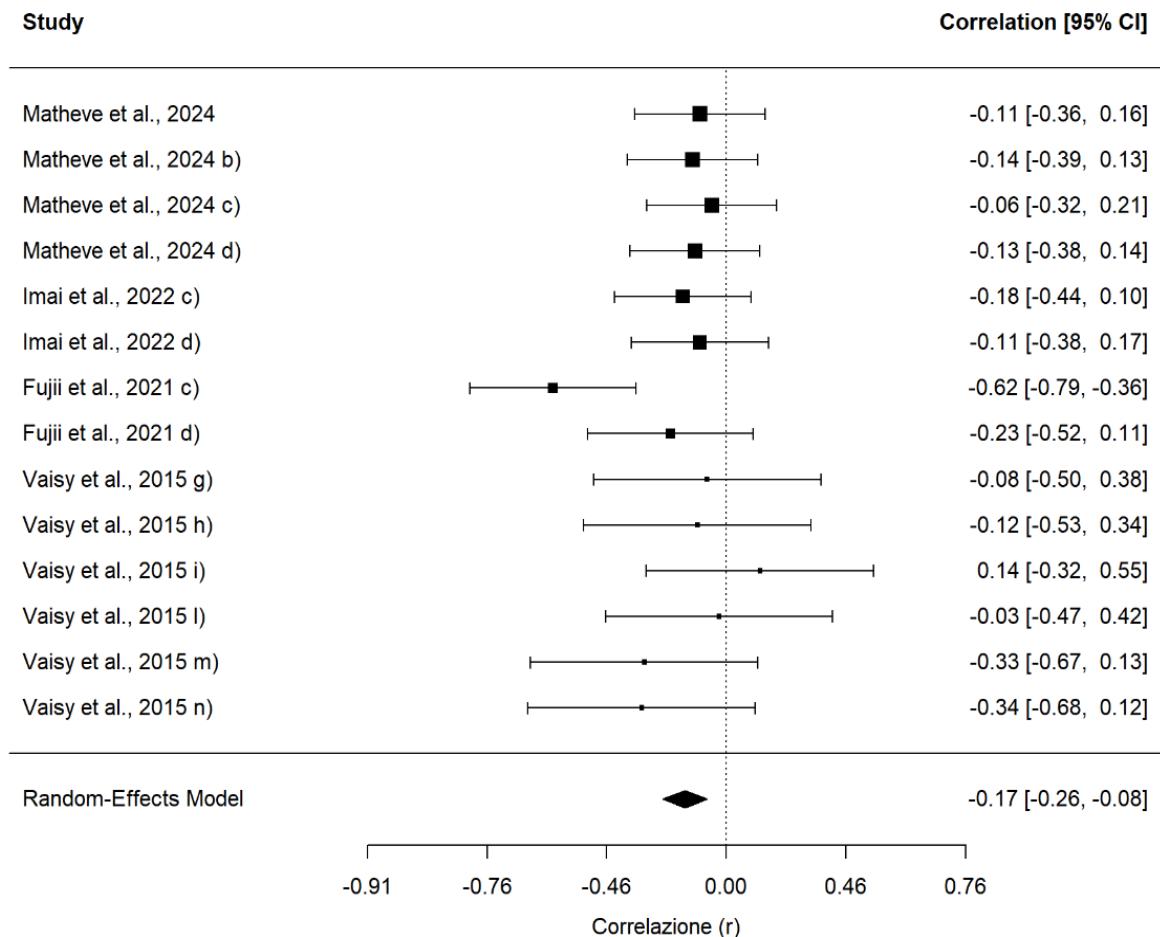
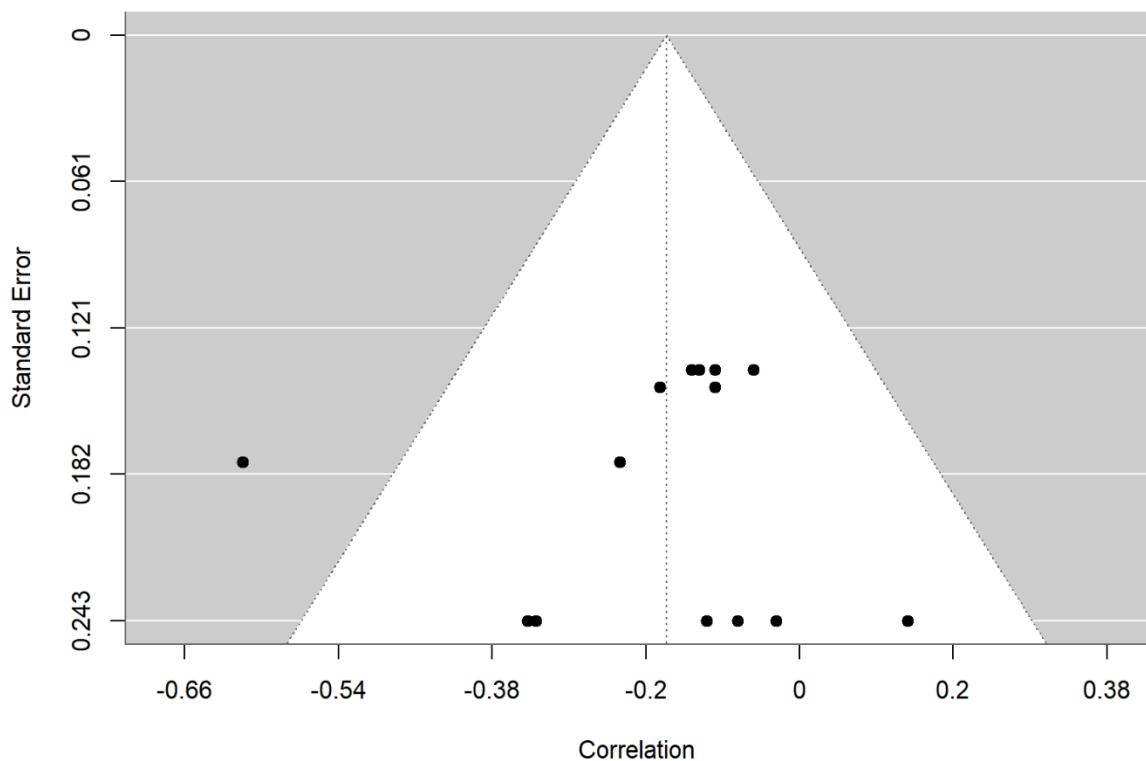


Figura 10: Forest Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità nel ritorno dalla flessione

Ogni quadrato rappresenta la stima puntuale della correlazione (r) per ciascuno studio, con il relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%). Le dimensioni dei quadrati sono proporzionali al peso attribuito a ciascuno studio nel modello multilevel, che considera la dipendenza tra più effetti dello stesso studio. Il diamante in basso indica la stima complessiva combinata della correlazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione. Quadrati e diamante posizionati a sinistra della linea centrale indicano una correlazione negativa, mentre quelli a destra indicano una correlazione positiva. Se il 95% IC degli studi o il diamante attraversano la linea centrale, la correlazione non è statisticamente significativa.



*Figura 11: Funnel Plot per la correlazione tra scale generiche di Pain-related fear e Indicatori di velocità nel ritorno dalla flessione*

Il grafico mostra la distribuzione degli studi in funzione della correlazione stimata (correlation, asse x) e della precisione (Standard Error, asse y). La linea verticale indica la correlazione complessiva stimata. In assenza di bias di pubblicazione, i punti (studi) dovrebbero distribuirsi simmetricamente attorno alla linea centrale; eventuali asimmetrie possono suggerire possibile bias di pubblicazione o eterogeneità residua.

### 3.5.5 Catastrofizzazione e ROM spinale in flessione

Per questa meta-analisi sono stati inclusi 23 campioni provenienti da 8 studi relativi alla relazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione. L'eterogeneità complessiva è risultata elevata e significativa ( $P < 0.001$ ;  $\tau^2 = 0.12$ ;  $I^2 = 72.2\%$ ) ripartita tra livello tra-studi ( $\tau^2_b = 0.04$ ;  $I^2_b = 36\%$ ) e livello entro-studio ( $\tau^2_w = 0.04$ ;  $I^2_w = 36\%$ ). Il Forest plot (Figura 12) indica che la stima complessiva ottenuta della correlazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione è negativa e debole, indicando che livelli più elevati di catastrofizzazione sono associati a una riduzione modesta del ROM in flessione. Sebbene l'effetto sia limitato, la relazione risulta statisticamente significativa ( $r = -0.22$ ; con un IC 95%: [-0.35; -0.08];  $P = 0.004$ ), suggerendo che la catastrofizzazione può contribuire, seppur modestamente, alla riduzione della mobilità

in flessione. La valutazione dei bias di pubblicazione tramite Funnel Plot (Figura 13) e l'intercetta del modello RVE, utilizzata come test per la presenza di asimmetria/bias di pubblicazione ( $\beta = -0.22$ ;  $SE = 0.07$ ;  $P = 0.004$ ), hanno evidenziato la presenza di bias di pubblicazione.

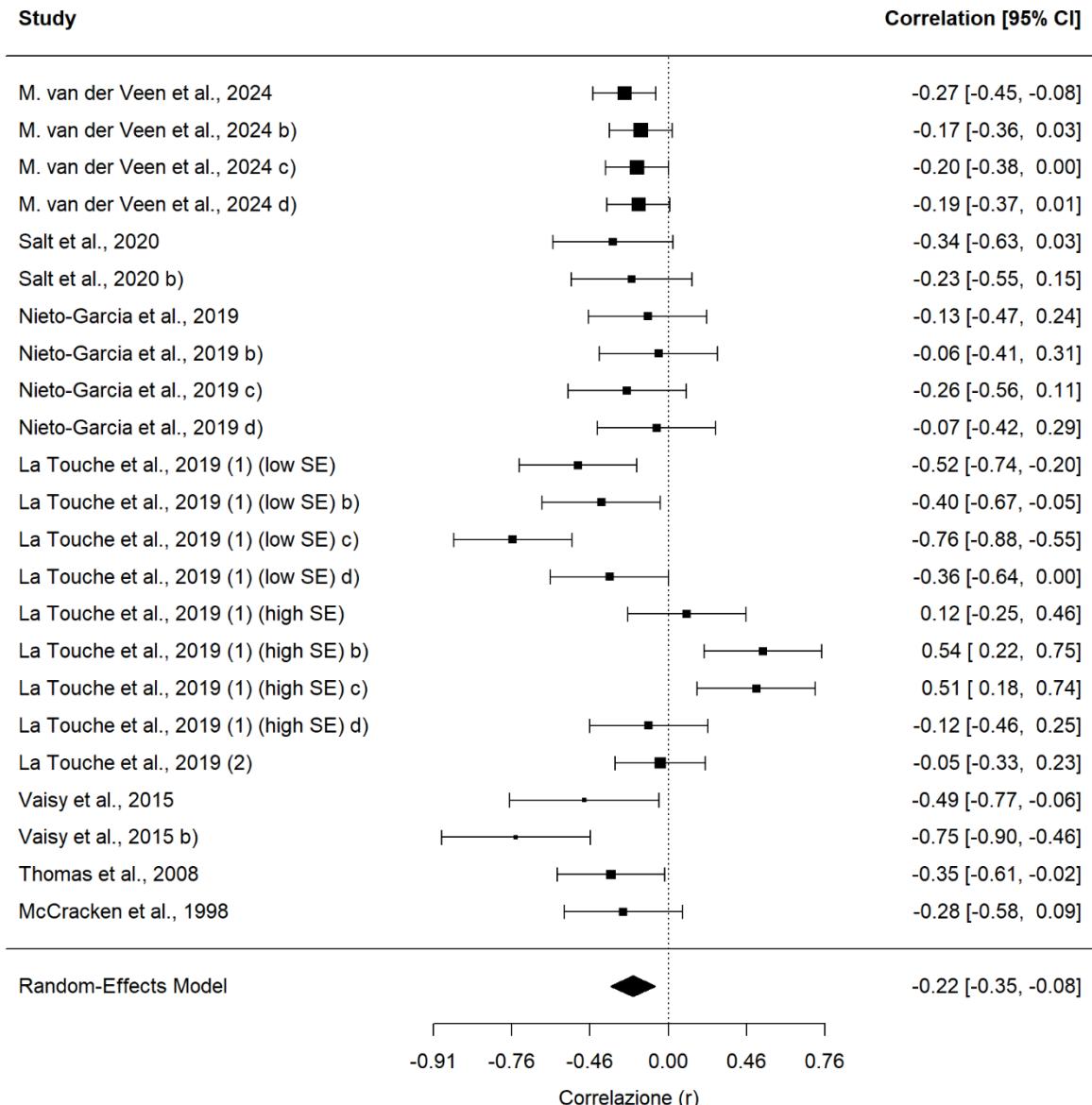
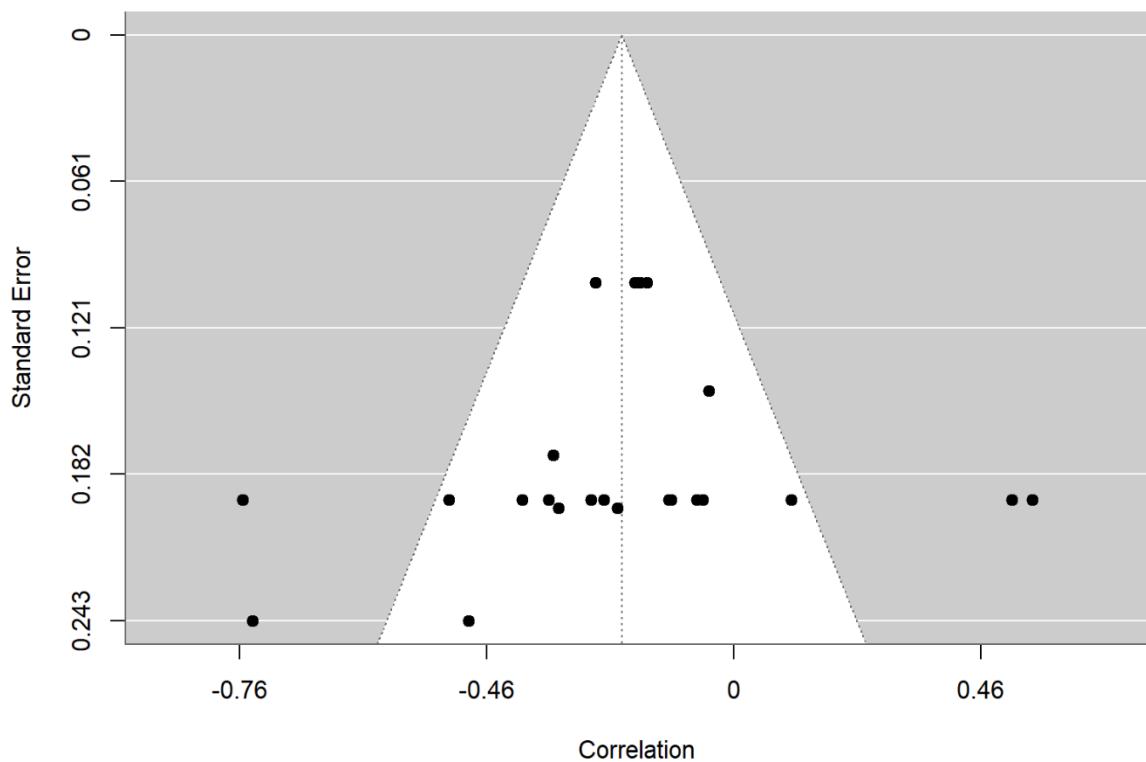


Figura 12: Forest Plot per la correlazione tra Catastrofizzazione e ROM in flessione

Ogni quadrato rappresenta la stima puntuale della correlazione ( $r$ ) per ciascuno studio, con il relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%). Le dimensioni dei quadrati sono proporzionali al peso attribuito a ciascuno studio nel modello multilevel, che considera la dipendenza tra più effetti dello stesso studio. Il diamante in basso indica la stima complessiva combinata della correlazione tra catastrofizzazione e ROM in flessione. Quadrati e diamante posizionati a sinistra della linea centrale indicano una correlazione negativa, mentre quelli a destra indicano una correlazione positiva. Se il 95% IC degli studi o il diamante attraversano la linea centrale, la correlazione non è statisticamente significativa.



*Figura 13: Funnel Plot per la correlazione tra Catastrofizzazione e ROM in flessione*

Il grafico mostra la distribuzione degli studi in funzione della correlazione stimata (correlation, asse x) e della precisione (Standard Error, asse y). La linea verticale indica la correlazione complessiva stimata. In assenza di bias di pubblicazione, i punti (studi) dovrebbero distribuirsi simmetricamente attorno alla linea centrale; eventuali asimmetrie possono suggerire possibile bias di pubblicazione o eterogeneità residua.

## CAPITOLO 4: DISCUSSIONE

### 4.1 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

La presente revisione con meta-analisi ha sintetizzato le evidenze relative alle associazioni tra paura correlata al dolore, catastrofizzazione e comportamento motorio durante compiti funzionali nei soggetti con low back pain non specifico (NSLBP). I risultati complessivi indicano che la paura correlata al dolore e la catastrofizzazione sono correlate, seppur debolmente, con alcuni indicatori biomeccanici del movimento spinale, suggerendo l'esistenza di un legame tra processi psicologici e strategie motorie disfunzionali.

Le evidenze ottenute dagli studi inclusi mostrano che la paura correlata al dolore, valutata tramite scale generiche, è significativamente associata con la riduzione della velocità spinale, sia durante la flessione ( $r = -0.17$ ;  $p = 0.002$ ) sia nel ritorno da essa ( $r = -0.17$ ;  $p < 0.001$ ). L'evidenza di una correlazione di entità modesta indica che livelli più elevati di paura correlata al dolore siano associati a movimenti più cauti e lenti nel piano sagittale, coerentemente con un comportamento motorio di tipo protettivo e di evitamento, come descritto dal *fear-avoidance model*<sup>22</sup>.

La relazione tra paura correlata al dolore e ROM in flessione appare invece negativa ma non significativa ( $r = -0.11$ ;  $p = 0.09$ ), mentre la catastrofizzazione mostra una correlazione significativa con la riduzione del ROM in flessione ( $r = -0.22$ ;  $p = 0.004$ ). Questi risultati, seppure deboli, indicano che la tendenza a interpretare il dolore come catastrofico o incontrollabile può contribuire alla limitazione del movimento e a strategie motorie protettive e più rigide.

Non è stata condotta un'analisi quantitativa delle correlazioni tra scale generiche di paura correlata al dolore e indicatori di coordinazione o variabilità spinale; i dati delle correlazioni disponibili sono molto eterogenei tra loro, e solo alcuni suggeriscono che livelli più elevati di paura possano associarsi a pattern di movimento più rigidi. È tuttavia necessario interpretare tali risultati con cautela, a causa del numero limitato di studi e dell'eterogeneità metodologica riscontrata.

Analogamente, non è stata eseguita alcuna meta-analisi sulle correlazioni tra catastrofizzazione e indicatori di velocità spinale. I dati qualitativi suggeriscono comunque che livelli più elevati di catastrofizzazione siano associati a una riduzione

della velocità dei movimenti, con un'intensità dell'associazione variabile da lieve a moderata, in base alla popolazione studiata e alle modalità di misurazione adottate. Per quanto riguarda la coordinazione e la variabilità del movimento, i dati disponibili, limitati ed eterogenei, indicano che in alcuni casi la catastrofizzazione possa interferire con i meccanismi di controllo motorio, favorendo pattern meno funzionali e potenzialmente maladattativi.

Un risultato di particolare rilievo emerge dall'analisi dei nove coefficienti che hanno utilizzato misure di paura correlata a compiti specifici, come la PHODA-lift e le misure Task-specific fear. Questi strumenti hanno mostrato correlazioni negative più forti e significative rispetto alle scale generiche, sia con il ROM in flessione sia con gli indicatori di velocità e coordinazione spinale. Tale evidenza rafforza l'ipotesi che la debolezza delle correlazioni osservate nelle analisi complessive possa dipendere non tanto da una reale assenza di relazione tra paura e comportamento motorio, quanto piuttosto dai limiti di sensibilità degli strumenti di misura generici. Le scale specifiche per il compito, valutando la percezione di minaccia in contesti motori concreti e rilevanti, sembrano quindi in grado di cogliere in modo più accurato l'impatto della paura sui pattern motori.

I risultati ottenuti sono coerenti con quanto descritto da Ippersiel e colleghi nella loro revisione sistematica con meta-analisi (2021)<sup>33</sup>, in cui hanno incluso gli stessi aspetti psicologici in relazione a ROM, attività muscolare del tronco, variabilità e coordinazione. In tale contesto, gli autori, hanno riportato correlazioni significative tra misure di pain-related fear e ROM in flessione ( $r = -0.21$ ;  $P < 0.001$ ) e tra catastrofizzazione e ROM in flessione ( $r = -0.24$ ;  $P = 0.002$ ). Tuttavia, hanno incluso anche studi i cui partecipanti presentavano sia lombalgia specifica che non specifica o post-chirurgica, purché oltre il 50% del campione fosse rappresentato da low back pain non specifico. Inoltre, sono state incluse nella meta-analisi anche le misure di paura legate a compiti specifici.

Questi risultati possono rappresentare un meccanismo attraverso cui la paura del dolore e la catastrofizzazione contribuiscono al mantenimento del disturbo, promuovendo un comportamento motorio eccessivamente protettivo e meno efficiente.

## **4.2 LIMITI**

Il presente lavoro presenta diversi limiti metodologici e interpretativi che devono essere considerati. Il primo limite riguarda la qualità metodologica degli studi inclusi, che nel complesso è risultata moderata. I disegni di studio sono di tipo osservazionale o disegni sperimentali limitatamente alle analisi condotte al baseline, talvolta con campioni di dimensioni ridotte o non giustificati. Inoltre la natura trasversale degli studi non permette di stabilire causalità.

Un ulteriore limite è rappresentato dalla notevole eterogeneità tra gli studi inclusi, in quanto sono stati utilizzati strumenti di misura differenti, i campioni variavano ampiamente per caratteristiche cliniche e, in alcuni casi, i compiti venivano proposti con modalità differenti anche se sono stati ricondotti tutti ad un'unica categoria di analisi. Questa variabilità metodologica complica il confronto tra i risultati e può aver contribuito a diluire la forza di alcune correlazioni.

Un aspetto particolarmente rilevante riguarda la differenza di sensibilità tra le misure generiche e specifiche di paura correlata al dolore. Le scale specifiche, risultando più sensibili nel rilevare le associazioni con i comportamenti motori, non sono state incluse nella meta-analisi. Questa differenza sostanziale suggerisce che la debolezza delle correlazioni complessive possa dipendere dai limiti di sensibilità degli strumenti generici. Tale aspetto rappresenta un limite concettuale importante, che indica la necessità di somministrare strumenti di valutazione più mirati e contestualizzati al compito.

Un altro limite significativo è il *reporting* incompleto o selettivo dei dati in diversi studi. In alcuni casi, gli autori hanno riportato solo le correlazioni statisticamente significative o i risultati relativi a un solo lato o a un singolo muscolo<sup>58</sup>, tralasciando i dati non rilevanti. Questo tipo di selezione introduce un rischio di *reporting bias* e riduce la trasparenza complessiva delle evidenze disponibili, rendendo difficile una sintesi quantitativa accurata.

Inoltre, in alcune categorie di correlazione, soprattutto quelle riguardanti gli indicatori di coordinazione e variabilità spinale, il numero di studi è risultato troppo esiguo per consentire conclusioni solide e generalizzabili.

Un limite di natura interpretativa riguarda la complessità nell'attribuire un significato clinico univoco ai coefficienti osservati per la mancanza di analisi per le variabili confondenti come il dolore, la disabilità o la self-efficacy. Le correlazioni rilevate devono essere interpretate quindi con prudenza.

Infine, è opportuno riconoscere alcune limitazioni intrinseche legate all'autore e alla natura del presente lavoro di tesi di laurea nonostante essa sia stata condotta secondo le linee guida PRISMA 2020, con criteri di eleggibilità coerenti con la letteratura di riferimento e con rigore e trasparenza metodologici.

#### **4.3 IMPLICAZIONI FUTURE**

Per approfondire le conoscenze attuali sulla relazione tra fattori psicologici e comportamento motorio, i futuri studi dovranno ampliare il proprio focus oltre la sola paura correlata al dolore o la catastrofizzazione, includendo molteplici variabili psicologiche e cliniche in un modello integrato capace di rappresentare in modo più realistico la complessità del dolore, della disabilità e del comportamento motorio. Elementi come la self-efficacy, la disabilità, l'ansia, la depressione, il dolore e le credenze legate ad esso dovrebbero essere analizzati poiché le evidenze attuali, incluse quelle portate da questa revisione, dimostrano come possano mediare o modulare i comportamenti dei soggetti con disturbi muscolo-scheletrici.

In futuro, saranno necessari studi con migliore qualità metodologica, con campioni di dimensioni adeguate e con disegni che possano consentire di stabilire causalità per chiarire meglio quali meccanismi sono legati alla genesi di alterazioni del comportamento motorio. Futuri studi dovrebbero privilegiare misure psicologiche specifiche per il compito e protocolli biomeccanici standardizzati, oltre che un *reporting* completo dei risultati, inclusi quelli non significativi e non rilevanti.

In ultima analisi, la ricerca futura su tale ambito sarà necessaria per supportare e giustificare l'implementazione di interventi fisioterapici personalizzati e coerenti con il modello biopsicosociale, oltre che per individuare le aree della valutazione che meritano un approfondimento maggiore. Approcci basati su una valutazione completa dei fattori psicosociali, sull'educazione, sull'esposizione graduale al movimento e sul rinforzo della self-efficacy potranno favorire un recupero più completo e sostenibile.

## CAPITOLO 5: CONCLUSIONI

Le evidenze emerse risultano coerenti con il modello biopsicosociale e con la natura multifattoriale dei disturbi muscoloscheletrici. È quindi plausibile che la relazione tra fattori psicologici e comportamento motorio non presenti correlazioni forti, poiché tale relazione è mediata da molteplici variabili interconnesse come self-efficacy, disabilità, ansia, depressione e contesto sociale che possono modulare sia l'esperienza del dolore sia la risposta motoria, contribuendo al mantenimento dei sintomi e alla cronicizzazione della disabilità<sup>7,68-70</sup>.

Le convinzioni negative diffuse riguardo alla flessione anteriore della colonna sia tra i pazienti sia tra i professionisti sanitari possono giustificare il pensiero che la colonna sia vulnerabile e bisognosa di protezione, ed è quindi logico che chi percepisce una minaccia legata al dolore possa imparare a irrigidire la colonna come meccanismo di sicurezza percepita, indipendentemente dalla sua efficacia reale<sup>71,72</sup>.

Come sottolineato anche nella revisione di Ippersiel e colleghi<sup>33</sup>, l'attenzione della *Cognitive Functional Therapy*, approccio descritto in letteratura come efficace nella gestione del low back pain persistente<sup>73</sup>, alla relazione tra fattori cognitivi, emozionali e motori è coerente con le evidenze di questa meta-analisi. Tali risultati rafforzano quindi la visione secondo cui la modifica dei processi cognitivi e comportamentali rappresenta un elemento chiave per migliorare la funzionalità e ridurre la disabilità. Per questo, estendere gli interventi di fisioterapia tradizionali a strategie educative che affrontino le convinzioni disfunzionali del paziente, come la pericolosità nel flettere la colonna, e valutino come *impairment* i comportamenti motori protettivi risulta giustificato e supportato da evidenza scientifica.





## BIBLIOGRAFIA

1. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *The Lancet*. febbraio 2012;379(9814):482–91.
2. Low back pain [Internet]. WHO. 2023 [citato 9 settembre 2025]. Disponibile su: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>
3. Kongsted A, Kent P, Axen I, Downie AS, Dunn KM. What have we learned from ten years of trajectory research in low back pain? *BMC Musculoskelet Disord*. dicembre 2016;17(1):220, s12891-016-1071-2.
4. Gaskin DJ, Richard P. The Economic Costs of Pain in the United States. *J Pain*. agosto 2012;13(8):715–24.
5. Full Text PDF [Internet]. [citato 9 settembre 2025]. Disponibile su: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09638288.2020.1851783>
6. Brinjikji W, Luetmer PH, Comstock B, Bresnahan BW, Chen LE, Deyo RA, et al. Systematic Literature Review of Imaging Features of Spinal Degeneration in Asymptomatic Populations. *Am J Neuroradiol*. aprile 2015;36(4):811–6.
7. Pincus T, Burton AK, Vogel S, Field AP. A Systematic Review of Psychological Factors as Predictors of Chronicity/Disability in Prospective Cohorts of Low Back Pain: *Spine*. marzo 2002;27(5):E109–20.
8. Barbari V. Dalla sciatica al mal di schiena. Guida alla gestione di Sindromi Radicolari, Stenosi e Low Back Pain non specifico. 1°. Fisiostem; 2023. 1078 p.
9. Peharec S, Jerković R, Bacić P, Azman J, Bobinac D. Kinematic measurement of the lumbar spine and pelvis in the normal population. *Coll Antropol*. dicembre 2007;31(4):1039–42.
10. Cook DJ, Yeager MS, Cheng BC. Range of Motion of the Intact Lumbar Segment: A Multivariate Study of 42 Lumbar Spines. *Int J Spine Surg*. 2015;9:5.
11. Burton AK, Balagué F, Cardon G, Eriksen HR, Henrotin Y, Lahad A, et al. Chapter 2 European guidelines for prevention in low back pain: November 2004. *Eur Spine J*. marzo 2006;15(S2):s136–68.
12. Bardin LD, King P, Maher CG. Diagnostic triage for low back pain: a practical approach for primary care. *Med J Aust*. aprile 2017;206(6):268–73.
13. Low back pain and sciatica in over 16s: assessment and management. NICE Guidel. 11 dicembre 2020;
14. Hancock MJ, Maher CG, Latimer J, Spindler MF, McAuley JH, Laslett M, et al. Systematic review of tests to identify the disc, SIJ or facet joint as the source of low back pain. *Eur Spine J*. 15 ottobre 2007;16(10):1539–50.
15. Han CS, Hancock MJ, Sharma S, Sharma S, Harris IA, Cohen SP, et al. Low back pain of disc, sacroiliac joint, or facet joint origin: a diagnostic accuracy systematic review. *eClinicalMedicine*. maggio 2023;59:101960.

16. The Flag System - Physiopedia [Internet]. Disponibile su: [https://www.physio-pedia.com/The\\_Flag\\_System](https://www.physio-pedia.com/The_Flag_System)
17. Downie A, Williams CM, Henschke N, Hancock MJ, Ostelo RWJG, De Vet HCW, et al. Red flags to screen for malignancy and fracture in patients with low back pain: systematic review. BMJ. 11 dicembre 2013;347(dec11 1):f7095–f7095.
18. New Zealand Acute Low Back Pain Guide [Internet]. [citato 9 settembre 2025]. Disponibile su: <https://www.acc.co.nz/assets/provider/lower-back-pain-guide-acc1038.pdf>
19. Guide to Assessing Psychosocial Yellow Flags in Acute Low Back Pain, January 1997 edition [Internet]. [citato 9 settembre 2025]. Disponibile su: [https://chiro.org/Graphics\\_Box\\_LOW\\_BACK/FULL/Yellow\\_Flags.pdf](https://chiro.org/Graphics_Box_LOW_BACK/FULL/Yellow_Flags.pdf)
20. Yellow Flags in fisioterapia - FisioScience [Internet]. Disponibile su: <https://www.fisioscience.it/blog/yellow-flags-in-fisioterapia/>
21. Williams DA. The importance of psychological assessment in chronic pain. Curr Opin Urol. novembre 2013;23(6):554–9.
22. Fear Avoidance Model: il modello di evitamento - FisioScience [Internet]. [fisioscience.it](https://www.fisioscience.it/blog/fear-avoidance-model/). [citato 9 settembre 2025]. Disponibile su: <https://www.fisioscience.it/blog/fear-avoidance-model/>
23. Caneiro Jp, O'Sullivan P, Lipp OV, Hutchinson L, Oeveraa N, Bhalvani P, et al. Evaluation of implicit associations between back posture and safety of bending and lifting in people without pain. Scand J Pain. 25 ottobre 2018;18(4):719–28.
24. Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ. A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. Pain. febbraio 1993;52(2):157–68.
25. McCracken LM, Zayfert C, Gross RT. The pain anxiety symptoms scale: development and validation of a scale to measure fear of pain. Pain. luglio 1992;50(1):67–73.
26. Larsson C, Ekvall Hansson E, Sundquist K, Jakobsson U. Kinesiophobia and its relation to pain characteristics and cognitive affective variables in older adults with chronic pain. BMC Geriatr. 7 luglio 2016;16:128.
27. Asiri F, Reddy RS, Tedla JS, ALMohiza MA, Alshahrani MS, Govindappa SC, et al. Kinesiophobia and its correlations with pain, proprioception, and functional performance among individuals with chronic neck pain. Murphy BA, curatore. PLOS ONE. 8 luglio 2021;16(7):e0254262.
28. Knapik A, Saulicz E, Gnat R. Kinesiophobia - introducing a new diagnostic tool. J Hum Kinet. giugno 2011;28:25–31.
29. Vlaeyen JWS, Kole-Snijders AMJ, Rotteveel AM, Ruesink R, Heuts PHTG. The role of fear of movement/(re)injury in pain disability. J Occup Rehabil. dicembre 1995;5(4):235–52.
30. Sullivan MJL, Tripp DA. Pain Catastrophizing: Controversies, Misconceptions and Future Directions. J Pain. marzo 2024;25(3):575–87.
31. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. Psychol Assess. dicembre 1995;7(4):524–32.

32. Rosenstiel AK, Keefe FJ. The use of coping strategies in chronic low back pain patients: Relationship to patient characteristics and current adjustment: *Pain*. settembre 1983;17(1):33–44.
33. Ippersiel P, Teoli A, Wideman TH, Preuss RA, Robbins SM. The Relationship Between Pain-Related Threat and Motor Behavior in Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther*. 1 febbraio 2022;102(2):pzab274.
34. Herzog R, Álvarez-Pasquin MJ, Díaz C, Del Barrio JL, Estrada JM, Gil Á. Are healthcare workers' intentions to vaccinate related to their knowledge, beliefs and attitudes? a systematic review. *BMC Public Health*. dicembre 2013;13(1):154.
35. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd Edition. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1998.
36. Li T, Higgins JPT, Deeks JJ. Collecting data. In: Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [Internet]. Version 6.5. Cochrane; 2024 [citato 27 ottobre 2025]. Disponibile su: <https://www.cochrane.org/handbook>
37. Olkin I, Finn JD. Correlations Redux. 1995;118:155–64.
38. Cooper H, Hedges LV, Valentine JC. The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis. 2nd Edition. New York: Russel Sage Foundation; 2009.
39. Higgins JPT. Measuring inconsistency in meta-analyses. 2003;327:557–60.
40. Deeks JJ, Higgins JPT, Altman DG, McKenzie JE, Veroniki AA. Chapter 10: Analysing data and undertaking meta-analyses. In: Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [Internet]. Version 6.5. Cochrane; 2024 [citato 27 ottobre 2025]. Disponibile su: <https://www.cochrane.org/handbook>
41. Lewis S, Clarke M. Forest plots: Trying to see the wood and the trees. 2001;322:1479–80.
42. Egger M, Smith GD, Phillips AN. Meta-analysis: Principles and procedures. 1997;315:1533–7.
43. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2025 [citato 27 ottobre 2025]. Disponibile su: <https://www.R-project.org/>
44. Van Der Veen SM, France CR, Thomas JS. Altered Movement Coordination during Functional Reach Tasks in Patients with Chronic Low Back Pain and Its Relationship to Numerical Pain Rating Scores. *J Imaging*. 12 settembre 2024;10(9):225.
45. Nishi Y, Osumi M, Morioka S. Anticipatory postural adjustments mediate the changes in fear-related behaviors in individuals with chronic low back pain. *Scand J Pain*. 26 luglio 2023;23(3):580–7.
46. Reneman MF, Schiphorts Preuper HR, Kleen M, Geertzen JHB, Dijkstra PU. Are Pain Intensity and Pain Related Fear Related to Functional Capacity Evaluation Performances of Patients with Chronic Low Back Pain? *J Occup Rehabil*. giugno 2007;17(2):247–58.

47. McCracken LM, Goetsch VL, Semenchuk EM. Coping With Pain Produced by Physical Activity in Persons With Chronic Low Back Pain: Immediate Assessment Following a Specific Pain Event. *Behav Med.* gennaio 1998;24(1):29–34.
48. Aure O, Kvåle A. Do pain, function, range of motion, fear and distress differ according to symptom duration and work status in patients with low back pain? A cross-sectional study. *Eur J Physiother.* 4 marzo 2022;24(2):111–8.
49. Grotle M, Vøllestad NK, Veierød MB, Brox JI. Fear-avoidance beliefs and distress in relation to disability in acute and chronic low back pain. *Pain.* dicembre 2004;112(3):343–52.
50. La Touche R, Grande-Alonso M, Arnes-Prieto P, Paris-Alemany A. How Does Self-Efficacy Influence Pain Perception, Postural Stability and Range of Motion in Individuals with Chronic Low Back Pain? *Pain Physician.* gennaio 2019;22(1):E1–13.
51. Fujii R, Imai R, Tanaka S, Morioka S. Kinematic analysis of movement impaired by generalization of fear of movement-related pain in workers with low back pain. *Masani K, curatore. PLOS ONE.* 17 settembre 2021;16(9):e0257231.
52. Jette N, Lim Y, Lim H, Mokhtar S, Gan K, Singh D. Lumbar Kinematics, Functional Disability and Fear Avoidance Beliefs Among Adults with Nonspecific Chronic Low Back Pain. *Sultan Qaboos Univ Med J.* 30 novembre 2016;16(4):e430-436.
53. Matheve T, De Baets L, Bogaerts K, Timmermans A. Lumbar range of motion in chronic low back pain is predicted by task-specific, but not by general measures of pain-related fear. *Eur J Pain.* luglio 2019;23(6):1171–84.
54. Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pfingsten M, Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. *Clin J Pain.* ottobre 2015;31(10):876–85.
55. La Touche R, Pérez-Fernández M, Barrera-Marchessi I, López-de-Uralde-Villanueva I, Villafaña JH, Prieto-Aldana M, et al. Psychological and physical factors related to disability in chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 23 luglio 2019;32(4):603–11.
56. Demoulin C, Huijnen IPJ, Somville PR, Grosdent S, Salamun I, Crielaard JM, et al. Relationship between different measures of pain-related fear and physical capacity of the spine in patients with chronic low back pain. *Spine J.* settembre 2013;13(9):1039–47.
57. Nieto-García J, Suso-Martí L, La Touche R, Grande-Alonso M. Somatosensory and Motor Differences between Physically Active Patients with Chronic Low Back Pain and Asymptomatic Individuals. *Medicina (Mex).* 23 agosto 2019;55(9):524.
58. Svendsen JH, Sværre H, Laessoe U, Vollenbroek-Hutten M, Madeleine P. Standardized activities of daily living in presence of sub-acute low-back pain: A pilot study. *J Electromyogr Kinesiol.* febbraio 2013;23(1):159–65.
59. Fujii R, Imai R, Shigetoh H, Tanaka S, Morioka S. Task-specific fear influences abnormal trunk motor coordination in workers with chronic low back pain: a relative phase angle analysis of object-lifting. *BMC Musculoskelet Disord.* 18 febbraio 2022;23(1):161.
60. Imai R, Imaoka M, Nakao H, Hida M, Fujii R, Shiba T, et al. Task-specific fear rather than general kinesiophobia assessment is associated with kinematic differences in chronic low back pain during lumbar flexion: a preliminary investigation. *PAIN Rep.* settembre 2022;7(5):1025.

61. Matheve T, Timmermans A, Danneels L, De Baets L. Task-Specific Perceived Harmfulness Predicts Protective Movement Behaviour in Chronic Low Back Pain. *J Clin Med.* 25 agosto 2024;13(17):5025.
62. Salt E, Wiggins AT, Rayens MK, Hooker Q, Shojaei I, Bazrgari B. The relationship between indicators of lumbo-pelvic coordination and pain, disability, pain catastrophizing and depression in patients presenting with non-chronic low back pain. *Ergonomics.* 2 giugno 2020;63(6):724–34.
63. Alsubaie AM, Martinez-Valdes E, De Nunzio AM, Falla D. Trunk control during repetitive sagittal movements following a real-time tracking task in people with chronic low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* aprile 2021;57:102533.
64. George SZ, Fritz JM, McNeil DW. Fear-Avoidance Beliefs as Measured by the Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire: Change in Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire Is Predictive of Change in Self-Report of Disability and Pain Intensity for Patients With Acute Low Back Pain. *Clin J Pain.* febbraio 2006;22(2):197–203.
65. Thomas JS, France CR. The relationship between pain-related fear and lumbar flexion during natural recovery from low back pain. *Eur Spine J.* gennaio 2008;17(1):97–103.
66. Alcaraz-Clariana S, García-Luque L, Garrido-Castro JL, Fernández-de-las-Peñas C, Carmona-Pérez C, Rodrigues-de-Souza DP, et al. Paravertebral Muscle Mechanical Properties and Spinal Range of Motion in Patients with Acute Neck or Low Back Pain: A Case-Control Study. *Diagnostics.* 20 febbraio 2021;11(2):352.
67. Ikwanusi S, Tella A, Akinbo S, Nwaedozie O, Adje M. Determinants of outcomes for patients with chronic low back pain and fear-avoidance beliefs following treatment with specific stabilisation exercises. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2 luglio 2024;37(4):1059–69.
68. Innes SI. Psychosocial factors and their role in chronic pain: A brief review of development and current status. *Chiropr Osteopat.* 27 aprile 2005;13(1):6.
69. Christe G, Crombez G, Edd S, Opsommer E, Jolles BM, Favre J. Relationship between psychological factors and spinal motor behaviour in low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Pain.* marzo 2021;162(3):672–86.
70. Varela AJ, Van Asselt KW. The relationship between psychosocial factors and reported disability: the role of pain self-efficacy. *BMC Musculoskelet Disord.* 3 gennaio 2022;23(1):21.
71. Saraceni N, Kent P, Ng L, Campbell A, Straker L, O'Sullivan P. To Flex or Not to Flex? Is There a Relationship Between Lumbar Spine Flexion During Lifting and Low Back Pain? A Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* marzo 2020;50(3):121–30.
72. Caneiro JP, O'Sullivan P, Smith A, Ovrebekk IR, Tozer L, Williams M, et al. Physiotherapists implicitly evaluate bending and lifting with a round back as dangerous. *Musculoskelet Sci Pract.* febbraio 2019;39:107–14.
73. Kent P, Haines T, O'Sullivan P, Smith A, Campbell A, Schutze R, et al. Cognitive functional therapy with or without movement sensor biofeedback versus usual care for chronic, disabling low back pain (RESTORE): a randomised, controlled, three-arm, parallel group, phase 3, clinical trial. *The Lancet.* giugno 2023;401(10391):1866–77.

