



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2020/2021

Campus Universitario di Savona

Efficacia del training sensoriale nel Low Back Pain cronico

Candidato:

Dott.ssa Serena Damiani

Relatore:

Dott.ssa Irene Maini

INDICE

ABSTRACT	3
INTRODUZIONE.....	5
MATERIALI E METODI.....	9
RISULTATI	15
DISCUSSIONE	33
CONCLUSIONE	43
BIBLIOGRAFIA	45

ABSTRACT

BACKGROUND: Nei soggetti affetti da dolore muscoloscheletrico cronico potrebbe essere presente un'alterazione centrale della rappresentazione corporea e secondariamente dell'elaborazione sensoriale. Il training sensoriale (ST) per questo tipo di persone rappresenta, quindi, una nuova possibilità di approccio terapeutico basata sulle teorie della riorganizzazione corticale del sistema nervoso. Il ST, tramite la somministrazione e il riconoscimento di feedback sensoriali interni o esterni, mira ad invertire il processo di rimappatura corticale, riscontrabile nei pazienti con dolore cronico.

OBIETTIVI: l'intento primario della revisione è quello di indagare l'efficacia del training sensoriale come modalità terapeutica nei soggetti affetti da LBP cronico.

MATERIALI E METODI: la revisione della letteratura è stata condotta in linea con il PRISMA statement. La ricerca è stata effettuata su *MEDLINE* e *PEDro* da un unico revisore usando delle stringhe specifiche per ciascun database. Sono stati inclusi studi che presentassero una popolazione con Low Back Pain cronico, con o senza dolore radicolare, riguardanti il training sensoriale e che avessero come misura di outcome il dolore e la disabilità. Sono state esclusi studi che non fossero RCTs. La validità degli studi e la qualità dei risultati sono stati successivamente valutati tramite l'utilizzo del *RoB 2.0 tool (revised tool for Risk of Bias in randomized trials)*.

RISULTATI: Per quanto concerne il dolore, il SMT risulta maggiormente efficace rispetto ad un programma di movimento e rilassamento e di fisioterapia standard, rimane incerto se sia più efficace di una riabilitazione secondo i principi della Back School. Riguardo alla disabilità, invece, il SMT risulta più efficace solo se comparato ad un Sub-effective Low Intensity Training. Inoltre, è emerso che un focus attentivo allo stimolo, non sembra apportare ulteriori benefici rispetto alla somministrazione della sola stimolazione sensoriale. Infine, un programma di training sensoriale domiciliare sembra implementare l'efficacia della fisioterapia standard sia per il dolore che per la disabilità.

CONCLUSIONI: i risultati degli studi sono ancora incerti e necessitano di ulteriori approfondimenti. Tuttavia, il SMT si è rivelato efficace rispetto ad alcune tipologie di trattamento e potrebbe essere considerato una valida proposta terapeutica per i soggetti con LBP cronico, specie se utilizzato come intervento aggiuntivo all'interno di un programma di trattamento multimodale.

INTRODUZIONE

Condizioni di dolore persistente determinano una modificazione non solo dei pattern di movimento ma anche della rappresentazione corticale dell'area corporea dolorosa a livello della corteccia somatosensoriale. Tali cambiamenti, comunemente descritti come "riorganizzazione corticale", sono stati osservati in soggetti con *Complex Regional Pain Syndrome* (CRPS)⁽¹⁾, dolore all'arto fantasma⁽²⁾ e *Chronic Low Back Pain* (CLBP)⁽³⁾. Per quanto riguarda il CLBP la riorganizzazione si manifesta attraverso una medializzazione ed espansione della rappresentazione corticale della zona lombare nella corteccia somatosensoriale primaria e secondaria ed avviene parallelamente all'aumentare dei livelli di dolore e alla diminuzione dell'acuità tattile.^(3,4)

Questa distorsione corticale potrebbe costituire uno dei principali meccanismi responsabili del mantenimento del dolore in questi soggetti e pertanto essere d'ostacolo al recupero; tuttavia, sono state sviluppate varie tipologie di interventi volte a normalizzare questa alterazione sfruttando la plasticità del sistema nervoso.⁽⁵⁾

Il *Sensory Discrimination Training* (SDT) costituisce uno dei trattamenti proposti e consiste nel riconoscimento della posizione e delle caratteristiche dello stimolo somministrato.

Il SDT comprende sia approcci mirati al riallenamento sensomotorio che alla discriminazione tattile. Il training per l'acuità tattile è stato utilizzato recentemente per migliorare la rappresentazione corticale in pazienti con dolore cronico e si può considerare come un adattamento terapeutico del *Two Point Discrimination* (2PD) test.⁽⁶⁾ In questo test viene misurata la minima distanza tra due punti sulla pelle che il soggetto riesce a percepire come distinti: minore è il risultato, migliore è l'acuità tattile. Si è ipotizzato che due punti siano identificabili come distinti da uno solo quando non ricadono all'interno di uno stesso campo ricettivo afferente. Infatti, in caso contrario, evocherebbero un unico focolaio di attività neurale e di conseguenza sarebbero percepiti erroneamente come un punto singolo. La capacità riconoscere correttamente due punti come distinti nei soggetti neurologicamente sani permette, quindi, di avere informazioni sulla dimensione e la distanza dei campi ricettivi cutanei.⁽⁷⁾ Il 2PD è stato ampiamente utilizzato come parametro di misura per la valutazione delle funzioni percettive in ambito riabilitativo. Precedenti studi hanno riportato che la soglia del 2PD aumenta con l'invecchiamento e in condizioni di dolore cronico o patologiche. Inoltre, è stato dimostrato che la soglia può essere diminuita mediante stimolazione tattile o elettrica continua, da qui ne deriva l'idea di utilizzo delle stimolazioni come approccio terapeutico in presenza di alterazioni percettive. È stato scoperto che la velocità ottimale di

sommministrazione dello stimolo che minimizza la soglia del 2PD è di 5,0 mm/s o 10,0 mm/s con una profondità di penetrazione dello stimolo di 1,0 mm.⁽⁸⁾ Nel training per l'acuità tattile vengono utilizzate due sonde di diverse dimensioni per stimolare aree adiacenti della pelle e i pazienti devono identificare il tipo e la localizzazione dello stimolo sotto la guida del terapista. È stato dimostrato che il training per l'acuità tattile nei soggetti con CPRS può migliorare il dolore e la performance nel two point discrimination test confrontato con la stimolazione tattile. ⁽⁶⁾ Data l'evidenza della presenza di modificazioni corticali anche nei pazienti con CLBP, è probabile che il training per l'acuità sensoriale possa apportare benefici anche in questi soggetti.

A tal proposito, è stata condotta una precedente revisione sistematica volta ad analizzare l'efficacia del training sensoriale sul dolore e sulla disabilità nei soggetti con CLBP che includeva studi con varie tipologie di allenamento sensoriale (SDT, visualizzazione dell'area dolorosa ed esercizi di controllo motorio) dalla quale però è emersa la necessità di ulteriori evidenze per stabilire l'efficacia del SDT nel CLBP. ⁽⁹⁾

Più recentemente un'altra revisione sistematica si era posta l'obiettivo di valutare se l'STD riducesse il dolore e incrementasse la funzione nei pazienti con CLBP; tuttavia, la qualità metodologica degli studi era molto varia e, sebbene i risultati dimostrino una significatività statistica nel miglioramento del dolore e della funzione, le conclusioni non possono considerarsi sicure. ⁽¹⁰⁾

Attualmente, pertanto, non ci sono prove sistematiche certe né sull'efficacia del training sensoriale rispetto ad altri approcci, né sulla superiorità di un tipo di training rispetto agli altri.

L'obiettivo di questa revisione, basata sulla ricerca in letteratura di ulteriori evidenze, sarà quello di indagare l'efficacia del training sensoriale in soggetti con *Low Back Pain* (LBP) cronico. Il LBP è definito come un *“dolore e/o limitazione funzionale compreso fra il margine inferiore dell'arcata costale e le pieghe glutee inferiori con eventuale irradiazione posteriore alla coscia ma non oltre il ginocchio (lombalgia non specifica) che può causare l'impossibilità di svolgere la normale attività quotidiana, con possibile assenza dal lavoro”* (PDT ITA 2006). Si parla di LBP cronico quando è presente da oltre tre mesi.

L'intervento degli studi presi in esame in questa revisione sarà mirato a quei soggetti che presentano alterazioni percettive e dello schema corporeo dovute a condizioni persistenti di dolore nel distretto lombare.

Per impairment sensomotorio s'intende l'alterazione di tutti quei processi neurofisiologici e di natura somatica e sensoriale implicati nel controllo della posizione, del movimento e nella regolazione della postura. In questa revisione, tuttavia, non verranno tenuti in considerazione gli studi che utilizzano un trattamento di tipo propriocettivo inteso come allenamento del controllo motorio in senso lato. L'intento, infatti, è quello di verificare se il SDT può essere considerato una valida proposta di trattamento riabilitativo nei pazienti che presentano disregolazione sensomotoria e se la stimolazione percettiva sia in grado di apportare modifiche alla distorsione dell'immagine corporea con conseguente miglioramento della condizione clinica. L'efficacia del trattamento sarà valutata in termini di *outcome* clinicamente rilevanti quali la riduzione dell'intensità del dolore e della disabilità ad esso correlata.

MATERIALI E METODI

Al fine di standardizzare ed assicurare un'adeguata strutturazione del lavoro, la presente revisione sistematica è stata redatta in linea con le indicazioni metodologiche contenute nel *PRISMA statement*.

Protocollo e registrazione

Non è stato redatto un protocollo a priori della presente revisione e non è stato registrato in alcun database.

Fonti di informazione

La ricerca è stata condotta tra settembre 2021 e ottobre 2021 sulle banche dati *MEDLINE* (tramite interfaccia *PubMed*), *PEDro* utilizzando le parole chiave selezionate combinate tra loro con operatori booleani. La ricerca è avvenuta senza limiti di tempo. Inoltre, è stata analizzata la bibliografia di una precedente revisione sistematica.

Ricerca

Nell'elaborazione della strategia di ricerca è stato utilizzato l'acronimo PICO-M:

- **Population:** sono stati inclusi studi con una popolazione di soggetti adulti affetti da LBP cronico.
- **Interventions:** sono stati presi in esame studi in cui la popolazione è stata sottoposta a programmi di training sensoriale.
- **Comparison:** non è stato individuato un gruppo di confronto specifico per cui nella revisione sono stati accettati studi che avevano un confronto con qualsiasi trattamento, con il trattamento standard, con nessun trattamento o con trattamenti sham. Non essendo stato identificato un trattamento specifico di riferimento, non sono stati inseriti termini chiave inerenti al comparison nella stringa di ricerca.
- **Outcomes:** nel lavoro di revisione non sono presenti outcomes specifici riguardo al trattamento; pertanto, sono stati presi in considerazione outcomes quali il dolore e la disabilità e, anche in questo caso, non sono stati inseriti termini specifici nella stringa di ricerca.
- **Methods:** sono stati presi in considerazione solo studi Randomized Controlled Trials (RCTs).

Per prima cosa sono state individuate le parole chiave per ogni termine del quesito di ricerca ed è stata stilata una lista di sinonimi. Quando risultava possibile, sono stati utilizzati i termini [MeSH] assieme ai termini liberi [All fields] uniti tramite l'uso dell'operatore booleano "OR". Ogni lettera del quesito PIO è stata poi combinata attraverso l'indicatore booleano "AND".

Parole chiave

P	I	M
Low back, back, lumbar spine, lumbar column, lower back, pelvic, lumbopelvic, chronic pain	Sensory training, sensory motor training, sensory motor feedback, sensorimotor, sensorimotor training, sensory discrimination training, feedback training, sensory feedback, tactile stimulation, perceptive rehabilitation, tactile discrimination, somatosensory training, tactile acuity training	Randomized controlled trial

Tabella 1. Keywords utilizzate per la ricerca

Database	Stringa di ricerca
Medline	(((((("low back")) OR ("back")))) OR ("lumbar spine")) OR ("lumbar column")) OR ("lower back")) OR (pelvic)) OR (lumbopelvic) AND ("chronic pain")) OR ("chronic pain"[MeSH Terms])) AND ("sensory feedback")) OR ("sensory training")) OR ("sensory motor training")) OR ("sensory motor feedback")) OR (sensorimotor)) OR ("feedback training")) OR ("sensory discrimination training")) OR ("sensorimotor training")) OR ("sensorimotor retraining")) OR ("tactile stimulation")) OR

	("perceptive rehabilitation") OR ("tactile discrimination") OR ("tactile acuity training") AND ("randomized controlled trial")
PEDro	<p><u>Ricerca avanzata:</u></p> <p>Abstract & Title: sensor* *training</p> <p>Body Part: lumbar spine, sacro-iliac joint, pelvis</p> <p>Subdiscipline: musculoskeletal</p> <p>Topic: chronic pain</p>

Tabella 2: Stringhe di ricerca.

Criteri di eleggibilità

Criteri di inclusione:

- Soggetti umani, con età ≥ 18 anni;
- Soggetti con LBP cronico, associato o meno a dolore irradiato agli arti inferiori;
- Studi che utilizzano il training sensoriale come principale modalità di intervento;
- Misure di outcome relative al dolore e alla disabilità;
- Articoli disponibili in lingua inglese o italiana;
- Lavori scientifici disponibili in full-text;
- Tipologia di studi: RCT.

Criteri di esclusione:

- Studi condotti su animali;
- Studi condotti su soggetti sani;
- Studi condotti su soggetti con patologie non muscoloscheletriche;
- Studi condotti su distretti diversi da quello lombare;
- Interventi che trattano esclusivamente di propriocezione, intesa come controllo motorio;
- Studi non in lingua inglese o italiana;
- Studi non disponibili in full text;
- Studi diversi da RCT.

Selezione degli studi

Il principale revisore ha condotto la ricerca bibliografica identificando e rimuovendo eventuali doppioni. Da una prima analisi dei titoli sono stati esclusi tutti gli studi non eleggibili. Successivamente, sono stati valutati gli abstracts e, per gli articoli in cui questi fossero in linea con i criteri di inclusione, è stato estratto il full text. Nel caso in cui mancasse l'abstract o ci fosse un'incertezza nella decisione di inclusione o meno dell'articolo, è stato valutato il full text. Se dall'analisi del testo completo lo studio non rientrava tra i criteri di inclusione precedentemente stabiliti è stato escluso dalla revisione. È stata poi effettuata un'analisi accurata dei full text degli articoli inizialmente selezionati per verificarne l'eleggibilità. In caso di dubbi relativi a qualsiasi fase del processo di selezione, il secondo revisore ha stabilito se includere o meno lo studio.

Il principale revisore tramite l'utilizzo del software Rayyan, ha trascritto i records di ogni database e i dati relativi agli studi che rientravano e non rientravano tra i criteri di inclusione.

Processo di raccolta dati

I dati degli articoli inclusi sono stati estratti tramite l'uso del software Rayyan e sono stati sintetizzati in tabelle consultabili nel testo della revisione sistematica. I dati sono stati raccolti dal principale revisore, mentre il secondo revisore ha verificato e rivisto il database.

Caratteristiche dei dati

I dati inclusi nel database elettronico sono stati i seguenti:

- Primo autore, titolo dello studio e anno di pubblicazione;
- Disegno dello studio, numero di partecipanti, drop-outs;
- Caratteristiche del campione e del gruppo di controllo (ove presente);
- Tipologia e caratteristiche dell'intervento;
- Durata dello studio e follow-up;
- Risultati relativi agli outcome e misure utilizzate per la valutazione degli stessi.

Rischio di Bias nei singoli studi

La qualità delle evidenze è stata valutata tramite l'utilizzo del *RoB 2.0 tool (revised tool for Risk of Bias in randomized trials)*.

Misure di sintesi

La significatività ed il livello di evidenza degli studi sono stati estrapolati tramite analisi multivariate dei risultati. Sono state utilizzate associazioni statisticamente significative di $p < 0.05$.

Sintesi dei risultati

Nella presente revisione è stata fornita una sintesi qualitativa dei risultati, sia sotto forma di testo che di tabelle. Inoltre, è stata discussa l'eventuale correlazione dei risultati all'interno di un singolo studio e fra i vari studi inclusi.

Analisi

I dati raccolti dagli studi inclusi nella revisione sono stati riuniti in base alle caratteristiche della popolazione, alla tipologia di intervento, alle misure di outcome e del follow-up in gruppi omogenei con l'intento di effettuare una sintesi qualitativa degli studi.

RISULTATI

Selezione degli studi

Sono stati individuati 1130 risultati di cui 1116 dal database di Medline e 14 da PEDro. Dopo aver eliminato gli articoli doppi, i 1125 studi rimasti sono stati sottoposti a *screening* tramite lettura del titolo. 1076 articoli sono stati esclusi perché non riguardanti l'argomento in questione. Dei rimanenti 49, 20 sono stati esclusi tramite lettura dell'abstract perché non presentavano i criteri di inclusione prestabiliti. A seguito della lettura del full text sono stati esclusi ulteriori 18 articoli; pertanto, solo 11 studi sono stati inclusi nella revisione sistematica.

In **Figura 1** alla pagina seguente viene rappresentato il *flow diagram* degli studi selezionati.

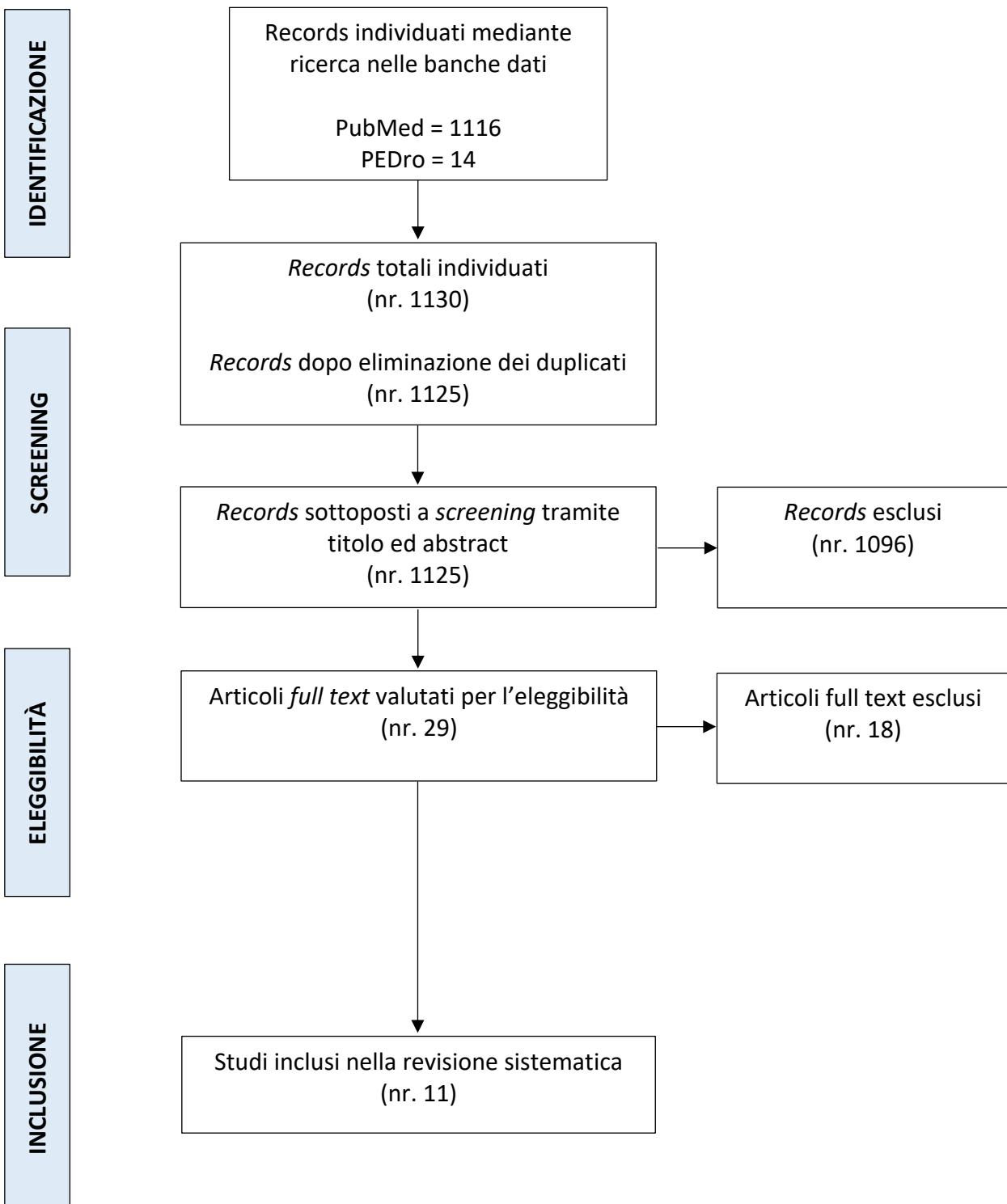


Figura 1: **flow diagram** degli articoli selezionati per la revisione sistematica

Tabella 2: sintesi delle caratteristiche e dei risultati degli studi

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI VAN BAAL <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Van Baal et al. 2020	RCT	34 pz: 18 SMT (Sensory Motor Training), 18 GE (General Exercise) Drop-outs: 3 pz entrambi i gruppi.	NSCLBP (durata \geq 3 mesi) con o senza dolore agli arti inferiori; \geq 18 anni di età Gruppo GE: - Mal di schiena intermittente - nessuna restrizione del raggio di movimento attivo nella direzione dolorosa - qualità del movimento alterata La maggior parte dei pz erano donne (78%) con LBP da 14-63 mesi. Età media SMT: 51(26-59), GE: 37 (24-50); altezza(m) SMT 1.72 ± 0.08 , GE: 1.72 ± 0.09 ; peso(kg) SMT: 75.9 ± 15.3 , GE: 76.4 ± 20.6	Alla baseline, a 1 settimana di distanza (t1a e t1b) e alla fine dell'intervento (t2).	<p>Ciascuno dei pz nei gruppi SMT e GE ha ricevuto 6 sedute di trattamento della durata di 30-45 min, con 1-2 sedute di trattamento a settimana, per un totale di 3-7 settimane.</p> <p>Parte sensoriale Si basa sul training dell'acuità tattile della parte bassa della schiena tramite l'uso della grafestesia che prevedeva l'utilizzo sia di numeri che di lettere (localizzazione, identificazione e compiti aritmetici semplici), con 3 livelli di difficoltà.</p> <p>Parte sensomotoria Prevedeva l'esecuzione di movimenti selettivi o il mantenimento della posizione intermedia con focus sulla parte bassa della schiena con 3 livelli di difficoltà crescente.</p> <p>Formazione sul riconoscimento della lateralità È stato richiesto di distinguere tra la rotazione l'inclinazione del tronco nelle immagini con vari livelli di difficoltà.</p> <p>Il programma di esercizio generale (GE), invece, consiste in quattro esercizi (in quadrupedia; rowing in posizione eretta; equilibrio in stazione eretta/con ginocchio flesso; con supporto laterale), con 12 livelli di difficoltà (tramite superfici instabili, pesi aggiuntivi, una palla o altri mezzi di perturbazione). In ogni seduta, ogni pz ha eseguito 3 serie da 15 ripetizioni di ogni esercizio.</p>	<p>BPI, RMDQ, ODI, SF-36, MCTB, TPDT, FABQ, HADS.</p> <p>L'SMT ha mostrato una maggior efficacia in termini di riduzione del dolore (SMT t1a 3.5, t2 1.1 ($p=0.01$); GE t1a 3.0, t2 2.0 ($p=0.07$), interferenza del dolore (SMT t1a 1.9, t2 0.4 ($p\leq 0.001$); GE t1a 1.5, t2 0.9 ($p=0.17$)), qualità della vita SF-36 PC (SMT t1a 39, t2 46 ($p=0.01$); GE t1a 45, t2 48 ($P=0.15$)) e nel controllo del movimento (SMT t1a 4 test positivi, t2 1.5 test positivi ($p\leq 0.001$); GE t1a 4 test positivi, t2 3.5 test positivi ($P=0.05$)). Per quanto riguarda la disabilità si registra una riduzione significativa nel punteggio della RMDQ solo nel GE (t1a 5, t2 3 ($P=0.03$), mentre nel ODI si ha una riduzione significativa ($P=0.03$) in entrambi i gruppi (SMT t1a 22.0, t2 11.0; GE t1a 20.0, t2 16.0) maggiore nel gruppo SMT. Nel 2PD c'è stata una riduzione significativa solo nel gruppo SMT (t1a 64.4 mm, t2, 43,1 mm ($p=0.002$)). Anche nei punteggi alla scala HADS e FABQ si registra una riduzione significativa solo nel gruppo SMT.</p>

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; SMT, Sensorimotor Training; GE, General Exercise; NSCLBP, Non Specific Chronic Low Back Pain; min, minuti; BPI, Brief Pain Inventory; RMDQ, Rolland Morris Disability Questionnaire; ODI, Oswestry Disability Index; SF-36, Short Form-36; MCTB, Movement Control Test Battery; TPDT, Two Point Discrimination Threshold; HADS, Hospital Anxiety and Depression Scale; FABQ, Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI RAYAN <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Ryan et al. 2014	RCT	24 pz: 12 Gruppo Intervento (GI), 12 Gruppo Placebo (P) 9 drop-outs	≥18 anni di età; durata del dolore ≥6 mesi; CLBP non specifico con o senza dolore agli arti inferiori; nessuna bandiera rossa. Valori medi delle caratteristiche dei pz dei gruppi GI e P rispettivamente: Età (anni) $45 \pm 17 - 46 \pm 14$; Altezza (m) $1.69 \pm 0.11 - 1.64 \pm 0.10$; Peso (kg) $79.3 \pm 18.2 - 73.6 \pm 9.9$; BMI (kg/m^2) $27.8 \pm 6.7 - 27.4 \pm 3.4$; Acuità tattile (mm) $61 \pm 16 - 57 \pm 16$; RMDQ (0-24) $9.3 \pm 6.6 - 7.3 \pm 3.1$; Dolore (0-100 mm) $49 \pm 19 - 48 \pm 31$; Durata dei sintomi (anni) $10.4 \pm 13.5 - 8.7 \pm 11.4$	A fine del trattamento (3 settimane)	Training dell'acuità tattile (GI) L'allenamento dell'acuità tattile prevedeva la marcatura di cinque/dieci siti nell'area dolorosa (separati in base alla capacità di discriminazione a due punti predeterminata) e sono stati stimolati in un ordine casuale utilizzando una sonda grande o piccola. Sono stati effettuati 3 blocchi da 24 stimoli. Il pz doveva concentrarsi sullo stimolo dicendo quale delle due sonde era stata utilizzata e che punto era stato stimolato. Progressione: ridurre la distanza della stimolazione del 10%. La seduta di stimolazione tattile è stata eseguita giornalmente a casa con un supervisore informato e ogni seduta ha fornito 72 stimoli in circa 24 minuti. L'allenamento della grafestesia prevedeva una serie di 60 lettere dell'alfabeto, alte circa 1 pollice e al pz è stato chiesto di identificare quale lettera era stata tracciata sulla sua schiena e gli è stato fornito un feedback guidato. Stimolazione tattile (P) Al gruppo placebo è stata somministrata la stessa stimolazione tattile del GI, ma ai pz non era richiesto di concentrarsi sul riconoscimento dello stimolo, in quanto non dovevano identificare i dettagli.	Dolore – VAS; Funzione - RMDQ Il dolore è diminuito e la funzionalità è aumentata in entrambi i gruppi dal pre al post trattamento. L'entità del cambiamento è stata maggiore per il gruppo P; tuttavia, non vi è stata alcuna differenza significativa tra i gruppi per la variazione del dolore (25,6 (da -0,7 a 51,9), $p = 0,056$) o funzione (2,2 (da -1,6 a 6,0), $p = 0,237$) confrontando con le misure alla baseline. Il gruppo P, tuttavia, ha avuto un miglioramento clinicamente significativo per il dolore con tutti i partecipanti, che hanno ottenuto un miglioramento del 30% o più comparato a solo un terzo del GI (6/6 vs 3/9, $p = 0,036$) mentre non c'era una differenza significativa tra i gruppi per la funzione (4/9 vs. 4/6, $p =$ 0,529).

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; GI, Gruppo Intervento; P, Placebo; CLBP, Chronic Low Back Pain; BMI, Body Mass Index; min, minuti; VAS, Visual Analogue Scale; RMDQ, Rolland Morris Disability Questionnaire.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI PAOLUCCI <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Paolucci et al. 2012	RCT	30 pz: 15 Gruppo Percettivo (GP), 15 Gruppo Back School (GBS); 15 soggetti sani sono stati arruolati per i parametri di riferimento nella valutazione stabilometrica 0 drop-out	CNSLBP, età tra i 18 e 75 anni, assenza di bandiere rosse, interventi programmati o disturbi cognitivi (PG: età media 55.4 ± 16.4 ; BG: età media 62.1 ± 10.6)	Al termine del trattamento (4 settimane).	<p>Il GP è stato trattato con una superficie per la riabilitazione percettiva composta da 100 coni in lattice deformabili fissati su una superficie rigida. I coni variano per dimensioni ed elasticità. I pz sono stati distesi supini su questi coni. Nelle varie sessioni sono stati posizionati coni con differenti elasticità (lungo la linea mediana quelli meno deformabili) promuovendo la simmetria del contatto. Ai pz è stato chiesto di eseguire esercizi attivi tra cui compiti tattili e propriocettivi di difficoltà crescente. È stato richiesto di percepire le aree in appoggio, indicando la superficie del corpo a contatto, descrivendo e contando il numero dei coni e verificando la distribuzione del carico sulla superficie e correggendolo se asimmetrico. La durata delle sessioni è di 45 min e si svolgevano tre volte a settimana per circa 1 mese.</p> <p>Il GBS è stato trattato per 4 settimane, in 10 sedute che prevedevano una lezione iniziale di educazione e tre sedute a settimana per 3 settimane, con gruppi di 4-5 pz. Nella seduta educativa sono state fornite informazioni anatomiche, sulla funzione della colonna vertebrale e sull'ergonomia. Nelle altre 9 sedute sono stati effettuati esercizi di rieducazione della respirazione, stretching dei muscoli del tronco, rinforzo muscolare degli erettori della colonna, degli addominali ed esercizi posturali. È stato anche fornito ai pz un opuscolo con le informazioni, i protocolli di esercizi e le immagini sull'ergonomia.</p>	<p>Valutazione stabilometrica (CoP); McGill Pain Questionnaire.</p> <p>Alla valutazione stabilometrica sono emerse riduzioni significative della lunghezza dell'oscillazione in tutti i gruppi e della velocità di oscillazione latero-laterale nel GP alla fine del trattamento in condizione di occhi aperti. La velocità di oscillazione antero-posteriore si è ridotta significativamente solo per GBS. Non riduzioni significative ad occhi chiusi.</p> <p>Il punteggio del McGill Questionnaire era rispettivamente di 40 ± 15 in GP e 51 ± 32 in GBS prima del trattamento e 23 ± 14 e 32 ± 13 alla fine del trattamento.</p> <p>L'efficacia dei due trattamenti non è risultata significativamente diversa tra i due gruppi ($44 \pm 24\%$ per GP e $39 \pm 15\%$ per GBS, $P = 0,436$).</p> <p>Il Body Analysis Kapture ha mostrato che nel GP c'è stata una riduzione significativa delle frecce sagittali cervicali, dorsali e lombari dopo il trattamento percettivo. Inoltre, le linee bi-acromiali e bis- spinoliache erano significativamente ridotte dopo il trattamento.</p>

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; GP, Gruppo Percettivo; GBS, Gruppo Back School; CNSLBP, Chronic Non Specific Low Back Pain; CoP, Center of Pressure.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI BARKER *et al.*

Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Barker et al. 2008	RCT	60 pz: 28 gruppo TENS, 32 gruppo FairMed Drop-outs: 6 pz	CLBP da oltre 3 mesi; età > 18 anni, assenza di dolore alla gamba. L'età media dei partecipanti era di 53,4 anni (SD 11,5). Entrambi i gruppi comprendevano percentuali uguali di uomini (50%) e donne (50%). L'analisi di tutte le caratteristiche di base non ha dimostrato differenze significative tra i gruppi.	A 3 settimane	<p>Per il gruppo TENS è stata utilizzata un'unità portatile TENS TPN 200 PLUS a doppio canale con una stimolazione in treni continui ad alta frequenza (80 Hz, utilizzando impulsi a onda quadra da 100 µs). Due elettrodi di superficie (5 cm × 5 cm² TPN 40 ciascuno e distanti 5–20 cm l'uno dall'altro) sono stati posizionati nell'area dolorante o adiacentemente. L'intensità della TENS è stata regolata per produrre una sensazione di formicolio circa 2–3 volte la soglia sensoriale.</p> <p>Il gruppo FairMed è stato sottoposto all'utilizzo di un dispositivo composto da: un controller portatile come interfaccia e una serie di 16 vibratori applicati alla colonna lombare. Uno o più stimolatori vengono attivati in modo casuale e il pz deve indicare quale/i stimolatori sono attivi. La risposta corretta viene indicata dal display del dispositivo tramite un feedback acustico o visivo.</p> <p>Le sedute erano da 30 minuti, per due volte al giorno per 3 settimane.</p>	<p>VAS, ODI, TSK, PSE, PCS, HAD</p> <p>La differenza media nella variazione dei punteggi VAS tra i pz del gruppo TENS e FairMed era di -0,1 e non era statisticamente significativa ($p = 0,82$).</p> <p>Disabilità: la differenza media nella variazione dei punteggi ODI tra FairMed e TENS era di 0,4 (differenza non statisticamente significativa $p = 0,85$).</p> <p>Non è stata rilevata nessuna differenza significativa nella variazione dei punteggi di TSK, PSE, PCS e HAD.</p> <p>Nessun cambiamento significativo anche nei punteggi per il funzionamento fisico (valutati utilizzando i seguenti test: 1 minuto sit-to-stand, 1 minuto di scale e 5 minuti di camminata).</p>

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; CLBP, Chronic Low Back Pain; SD, Standard Deviation; BPI, Brief Pain Inventory; RMDQ, Rolland Morris Disability Questionnaire; ODI, Oswestry Disability Index; SF-36, Short Form-36; MCBT, Movement Control Battery Test; TPDT, Two Point Discrimination Threshold; HADS, Hospital Anxiety and Depression Scale; FABQ, Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI MORONE *et al.*

Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Morone et al. 2011	RCT	75 pz: 25 Gruppo Percettivo (GP), 25 Gruppo Back School (GBS), 25 gruppo di controllo (GC) 0 drop-out ma 5 pz del GP non erano disponibili per la valutazione a 24 settimane di follow-up e sono stati esclusi dall'analisi di questa valutazione.	CLBP da oltre 3 mesi; età > 18 anni, assenza di disturbi cognitivi GP: $52,72 \pm 17,58$ anni, 21 donne; GBS: $55,44 \pm 13,73$ anni, 16 donne; CG: $57,88 \pm 12,81$ anni, 17 donne).	A 4 settimane (termine del trattamento), a 12 e a 24 settimane	Il GP è stato trattato tramite l'utilizzo della superficie per la riabilitazione percettiva composta da 100 coni in lattice deformabili che variano in dimensioni ed elasticità. I pz sono stati distesi supini su questi coni. Nelle sedute sono stati posizionati coni con differenti elasticità promuovendo la simmetria del carico. Al pz è stato poi richiesto di discriminare le informazioni tattili, propriocettive, pressorie e cinestesiche, per interagire attivamente con le superfici di contatto. Le sedute si svolgevano per 45 min, tre volte a settimana per circa 1 mese. Il GBS è stato trattato 4 settimane in 10 sedute che prevedevano un'iniziale lezione teorica e tre sedute a settimana per 3 settimane, con gruppi di 4-5 pz. Nella seduta educativa sono state fornite informazioni anatomiche e sulla funzione della colonna vertebrale e sull'ergonomia. Nelle altre 9 sedute sono stati effettuati esercizi di rieducazione della respirazione, stretching dei muscoli del tronco, rinforzo muscolare degli erettori della colonna, degli addominali ed esercizi posturali. È stato, inoltre, fornito ai pz un opuscolo con approfondimenti sulle nozioni teoriche, i protocolli di esercizi ed immagini sull'ergonomia della colonna vertebrale. Tutte le sessioni sono state completate entro 1 mese. Il GC non è stato sottoposto a trattamento riabilitativo ma ha ricevuto solo assistenza medica e/o farmacologica (la stessa fornita anche agli altri due gruppi).	VAS, PRI, ODI, indice di disabilità di Waddel È stata riscontrata una differenza significativa dei punteggi VAS tra i gruppi alla fine del trattamento ($\chi^2=28,47$, $P<0,001$) e a 12 settimane di follow-up ($\chi^2=30,39$, $P<0,001$) ma non a 24 settimane. Un punteggio VAS significativamente più basso è stato registrato per il GP rispetto al GBS solo alla fine del trattamento. Il PRI differiva tra i gruppi alla fine del trattamento ($\chi^2=14,09$, $P=0,001$) e dopo 12 settimane di follow-up ($\chi^2=10,94$, $P=0,004$) ma non dopo 24 settimane di follow-up. Il punteggio era inferiore per i pz del GP rispetto al GC alla fine del trattamento ($P=0,001$) e alla 12a settimana di follow-up ($P<0,001$) e inferiore rispetto al GBS alla fine del trattamento ($P=0,002$) ma non dopo 12 settimane ($P=0,211$). I punteggi di disabilità (ODI e indice di disabilità di Waddel) nel gruppo percettivo non differivano significativamente da quelli del GBS, mentre questi punteggi differivano significativamente tra GBS e gruppi di controllo ai follow-up ($P<0,01$ per entrambe le scale).

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; GC, Gruppo Controllo; GP, Gruppo Percettivo, GBS, Gruppo Back School; CLBP, Chronic Low Back Pain; min, minuti; VAS, Visual Analogue Scale; PRI, Pain Rating Index; ODI, Oswestry Disability Index.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI WAND <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Wand et al. 2013	RCT cross- over	25 pz No drop-outs	CLBP da oltre 6 mesi con LBP come sintomo principale e almeno “moderato” nell’item 7 della SF-36; età tra i 18 anni e i 60 anni, assenza di dolore radicolare. Media delle caratteristiche dei pz: genere femminile 9, età 41.5 ± 13.8 anni, altezza 172.5 ± 9.5 cm, peso 78.1 ± 14 kg, RMDQ 9.6 ± 5.9 .	Post- trattamento: immediatamente dopo l'esecuzione di 10 movimenti attivi ripetuti della colonna lombare.	I pz sono stati fatti sdraiare proni e sono stati segnati i punti sulla schiena (14: 7 a destra e 7 a sinistra della colonna lombare). I processi spinosi lombari sono stati utilizzati come punti di riferimento ed è stato impiegato il cunometro per trovare i punti di agopuntura. Dopo aver individuato i punti, sono stati inseriti i 14 aghi (da 15 mm). Nel gruppo sperimentale, i pz hanno partecipato ad un addestramento alla discriminazione sensoriale in cui l’immagine di una schiena con la posizione di ciascun ago numerato è stata posizionata in modo potesse essere vista dal pz. Il medico ruotava un ago per 3 sec in modo casuale e al pz è stato richiesto di dire quale ago veniva stimolato, con un intervallo di 10 sec tra ogni stimolo. Questo compito è stato eseguito per i primi 10 min visualizzando la schiena tramite uno specchio e senza feedback visivo negli ultimi 10 min. Nel gruppo di controllo ai pz è stato chiesto di mettersi proni, di rilassarsi e di non prestare attenzione agli aghi. Durante i 20 min di trattamento, il medico ha ruotato gli aghi con la stessa modalità del gruppo sperimentale. Tutti i partecipanti hanno completato entrambe le tipologie di intervento.	NRS L'intensità media del dolore nei pz del gruppo sperimentale ($2,8 \pm 2,5$) era inferiore rispetto al gruppo di controllo ($3,6 \pm 2,0$). Questa differenza era statisticamente significativa (dopo l'aggiustamento; differenza media = -0,8, IC 95% da -1,4 a -0,3; $p=0,011$). Non è stata rilevata alcuna relazione significativa periodo/trattamento, indicando che era improbabile che l'effetto dell'allenamento sulla discriminazione sensoriale fosse diverso a seconda che fosse stato somministrato nel primo o secondo periodo ($p=0,182$).

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; CLBP, Chronic Low Back Pain; SF-36, Short Form-36; sec, secondi; min, minuti; NRS, Numerical Rating Scale; IC, Intervallo di Confidenza.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI SHEBIB <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Shebib et al. 2019	RCT	154 pz: 91 Digital Care Program (DCP), 64 Gruppo di Controllo (GC). 58 drop-outs	NSLBP per almeno 6 settimane negli ultimi 12 mesi; età > 18 anni. La media dei partecipanti aveva (43± 11) anni, leggermente sovrapeso con BMI (26± 4) kg/m ² . Non sono state osservate differenze significative nel rapporto tra i sessi tra i gruppi.	12 settimane	Il gruppo DCP ha ricevuto un trattamento di 12 settimane in cui i pz hanno ricevuto un tablet con l'app DCP installata e due sensori bluetooth di movimento indossabili da posizionare nella parte bassa della schiena nel torace durante gli esercizi con l'app. Ai pz è stato assegnato un coach durante tutto il programma e sono stati inseriti in un gruppo per fornire supporto tra pari. Ogni settimana, i pz del DCP dovevano completare 3 sedute di esercizi guidati con i sensori, leggere da 1 a 2 articoli educativi, registrare i loro sintomi almeno due volte, eseguire la terapia cognitivo comportamentale e segnare lo svolgimento di 3 attività aerobiche raccomandate. Tutti i pz hanno anche mantenuto l'accesso al trattamento usuale. Il GC ha ricevuto tre articoli di educazione digitale dal DCP e ha mantenuto solo l'accesso al trattamento di consuetudine.	ODI, Korff Pain, Korff Disability. A 12 settimane, un intention-to-treat analysis ha mostrato che ogni esito primario - Oswestry Disability Index (p < 0,001), Korff Pain (p < 0,001) e Korff Disability (p < 0,001) - così come ogni esito secondario è migliorato maggiormente per partecipanti al gruppo DCP rispetto al GC. I pz che hanno completato il DCP hanno avuto un miglioramento medio degli outcome del dolore variava dal 52 al 64% (Korff: 48,8– 23,4, VAS: 43,6–16,5, impatto VAS sulla vita quotidiana: 37,3–13,4; p<0,01 per tutti) e della disabilità che variava dal 31 al 55% (Korff: 33,1–15, ODI: 19,7–13,5; p<0,01 per entrambi).

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; DCP, Digital Care Program; GC, Gruppo Controllo; NSLBP, Non Specific Low Back Pain; DS, Deviazione Standard; BMI, Body Mass Index; ODI, Oswestry Disability Index.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI WÄLTI *et al.*

Autore e anno	Disegno di studio	Nr. Pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Wälti et al. 2015	RCT	28 pz: 14 gruppo Multimodal Treatment (MMT), 14 gruppo Usual Physiotherapy Treatment (UPT), 6 drop-outs	CLBP da oltre 3 mesi; età > 18 anni, assenza di dolore radicolare. Età media MMT (41.57±9.77) anni, UPT (41.71±12.21) anni.	Fine del trattamento (12 settimane)	<p>Il trattamento in entrambi i gruppi era di 1 o 2 sedute a settimana per 8 settimane (massimo 12). Ai pz sono stati dati dei compiti da eseguire a casa per 30 min al giorno 5 volte a settimana. I pz di entrambi i gruppi hanno avuto accesso personalizzato ad un'interfaccia di formazione a domicilio (HTI) via Web per guidare i compiti a casa.</p> <p>Gruppo Multimodal Treatment (MMT) - Educazione alla neurofisiologia del dolore Include temi quali la disfunzione corticale in situazioni di dolore e l'alterazione della percezione corporea. Si sono svolte da 2 a 4 sedute di educazione e i pz hanno ricevuto una copia del libro "Explain Pain".</p> <p>-Riallenamento sensoriale In base alla soglia TPD individuata ogni pz ha ricevuto una serie di indicatori con punti numerati (da 16 a 20) con uguale distanza inter-puntuale. Il Sensory Retraining Tool (SRT) mostrava i numeri dei punti in ordine casuale e un assistente doveva premere il punto in questione sulla schiena del pz con una matita, in modo che il pz potesse identificare il numero del punto stimolato. La risposta del pz veniva confermata con vero o falso acceso sul SRT. Quando l'80% delle risposte erano corrette, la distanza inter-puntuale veniva ridotta di 5 mm. Allo stesso modo, lettere o parole di tre lettere sono state scritte direttamente sulla schiena.</p> <p>-Riallenamento motorio Ai pz è stato somministrato un training di riconoscimento della lateralità in cui sono state mostrate fotografie di un tronco umano ruotato o inclinato a destra o a sinistra. I movimenti, a difficoltà crescente, dovevano essere eseguiti</p>	<p>NRS, RMDQ, PSFS, FABQ, PCS, TPD, MCTB</p> <p>L'intensità media del dolore (NRS) nella settimana precedente è diminuita significativamente di più nel gruppo MMT, con una differenza tra i gruppi di 1,45 [IC 95% da 0,0 a 4,0] ($p = 0,03$), risultando in una dimensione dell'effetto moderata di 0,66 [IC 95% da -0,1 a 1,5]. Non è stata trovata alcuna differenza significativa tra i gruppi per disabilità (RMDQ e PSFS), credenze di evitamento della paura (FABQ) o catastrofismo del dolore (PCS). L'acuità sensoriale della parte bassa della schiena (soglia TPD) ha mostrato una differenza media tra i gruppi significativa a favore della MMT ($p = 0,02$). Il controllo del movimento è rimasto invariato (MCTB).</p>

					<p>fisicamente o mentalmente, a seconda dell'intensità del dolore e delle capacità del pz. I primi movimenti erano l'inclinazione pelvica e una leggera flessione laterale per poi passare a movimenti lombari unidirezionali o combinati più ampi. Il riallenamento motorio è stato effettuato utilizzando feedback quali specchi, fotografie e le mani del pz.</p> <p>Gruppo Usual Physiotherapy Treatment (UPT)</p> <p>I pz sono stati educati sulle strategie di comportamento adeguate in caso di esacerbazione del LBP (un breve periodo di protezione seguito, il prima possibile, da un ritorno alle normali attività di movimento, lavoro e tempo libero) e sui segni e sintomi. Circa 20 min di ogni seduta consistevano in esercizi di rinforzo muscolare, neurodinamica e stretching. Massimo 10 min a seduta erano dedicati al trattamento passivo: massaggi, terapia manuale, elettroterapia e fanghi. I pz sono stati addestrati all'utilizzo dell'HTI per eseguire un programma di esercizi individuale a casa. I pz dovevano registrare la loro esecuzione di esercizi sull'HTI.</p>	
<p>Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; MMT, Multimodal Treatment; UPT; Usual Physiotherapy Treatment; CLBP, Chronic Low Back Pain; min, minuti; HTI, Home Training Interface; TPD, Two Point Discrimination; SRT, Sensory Retraining Tool; NRS, Numeric Rating Scale; RMDQ, Rolland Morris Disability Questionnaire; FABQ, Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire; PSFS, Patient Specific Functional Scale; PCS, Pain Catastrophizing Scale; MCTB, Movement Control Test Battery; IC, Intervallo di Confidenza.</p>						

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI VETRANO <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Vetrano et al. 2013	RCT	40 pz: 20 Gruppo A (GA), 20 Gruppo B (GB) 0 drop-out	NSCLBP per almeno 12 settimane prima del trattamento; età tra i 25 e 70 anni, senza dolore radicolare. Non ci sono differenze tra i gruppi per quanto riguarda il genere (GA: 2 uomini, 8 donne; GB: 3 uomini, 7 donne), l'età media (GA: 52.6 ± 10.54 ; GB: 52.2 ± 16.22) anni e il BMI (GA: 25.5 ± 2.67 ; GB: 23.89 ± 2.81) kg/m ² .	A fine del trattamento (T1), a 4 settimane (T2) e a 12 settimane (T3).	<p>Le sedute di trattamento in entrambi i gruppi duravano da 30 a 40 min e si sono svolte per 3 volte a settimana per 1 mese.</p> <p>Gruppo A (standard Su-Per treatment) Il gruppo A è stato trattato tramite l'utilizzo della 'superficie per la riabilitazione percettiva' composta da 100 coni in lattice deformabili che variano in dimensioni ed elasticità. I pz sono stati distesi supini su questa superficie con anche e ginocchia flesse. Nelle varie sedute sono stati posizionati coni con differenti elasticità promuovendo la simmetria del contatto; coni meno deformabili sono stati posizionati lungo la <i>midline</i> (sui processi spinosi). Successivamente ai pz è stato chiesto di eseguire esercizi attivi, quali compiti tattili e propriocettivi di difficoltà crescente. È stato richiesto di percepire le aree in appoggio, indicando la superficie del corpo a contatto, di descrivere e di contare il numero dei coni verificando sempre se la distribuzione del carico sulla superficie era simmetrica rispetto alla <i>body midline</i> del tronco e correggendolo se asimmetrico.</p> <p>Gruppo B (Modified Su-Per Treatment) Al Gruppo B è stato somministrato lo stesso trattamento usando coni maggiormente deformabili anche lungo la <i>midline</i> ma in questo caso l'attenzione dei pz non è stata focalizzata sulla <i>body midline</i>.</p>	<p>VAS, MGPO, ODI</p> <p>VAS: a T1 entrambi i gruppi mostrano un miglioramento significativo del dolore (GA: $p=0.002$; GB: $p<0.001$), mentre a T2 e T3 non ci sono ulteriori riduzioni significative. Non risultano differenze significative nella riduzione del dolore tra i due gruppi ai follow-ups.</p> <p>MGPO: a T1 c'è stata una riduzione significativa sia del Present Pain Intensity (PPI) che del Pain Rating Index (PRI) in entrambi i gruppi (PPI: GA: $p=0.005$; GB: $p<0.001$; PRI: GA: $p=0.001$; GB: $p<0.001$), mentre a T2 e T3 non si registrano ulteriori riduzioni significative. Non si osservano differenze significative tra GA e GB.</p> <p>ODI: in entrambi i gruppi c'è stata una riduzione significativa dell'ODI al T1 (GA e GB: $p=0.003$), senza ulteriori riduzioni significative a T2 e T3. Nessuna differenza significativa tra i gruppi alla baseline e ai follow-ups.</p>

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; GA, Gruppo A; GB, Gruppo B; NSCLBP, Non Specific Chronic Low Back Pain; BMI, Body Mass Index; min, minuti; VAS, Visual Analogue Scale; MGPO, McGill Pain Questionnaire; ODI, Oswestry Disability Index.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI MCCASKEY *et al.*

Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
McCaskey et al. 2018	RCT	22 pz: 11 gruppo Sensorimotor Training (SMT), 11 Sub-effective Low-intensity endurance Training (SLT). 1 drop-out	Età > 18 anni, CNSLBP da più di 3 mesi, no dolore radicolare. Media caratteristiche dei pz: genere F/M SMT 6/5, SLT 5/6; età (SMT 55 (32-75) anni, SLT 54 (33-67) anni), altezza SMT 172.2 ± 11.1 cm, SLT 172.8 ± 7.9 cm; peso SMT 71.8 ± 10.5 kg; SLT 72.2 ± 12.7 kg.	Al termine del trattamento e a 4 settimane.	<p>I partecipanti ad entrambi i gruppi hanno svolto 9 sedute da 45 min di cui 30 min di riabilitazione standard secondo le linee guida Europee e 15 min di trattamento sperimentale (SMT) o di esercizi di controllo (SLT). Le sedute si svolgevano 2 volte a settimana per 4 settimane.</p> <p>Gruppo SMT È stato somministrato un training propriocettivo posturale (PPT) con il dispositivo Posturomed costituito da una piattaforma mobile, con un andamento oscillante medio-laterale e antero-posteriore regolabile tramite freni di smorzamento. Ciò consente tre configurazioni con livelli di instabilità crescenti. Il piano di esercizi per PPT viene definito a priori e spiegato al pz. La progressione del livello di difficoltà e della <i>compliance</i> è stata registrata dai pz su un diario personale degli esercizi e controllata successivamente da un fisioterapista.</p> <p>Gruppo SLT di controllo I pz del gruppo SLT hanno ricevuto, invece, un allenamento cardiovascolare sub-efficace a bassa intensità. I pazienti potevano scegliere tra il tapis roulant, l'ellittica o una cyclette. Ai pz è stato chiesto di mantenere un ritmo confortevole (scala Borg da 6 a 9) per 15 minuti. L'aderenza e le impostazioni dell'allenamento sono state registrate nel diario degli esercizi dopo ogni seduta.</p>	<p>ODI, VAS, valutazione stabilometrica</p> <p>ODI: entrambi i gruppi sono migliorati dalla baseline al follow-up, ma solo il gruppo SMT in modo significativo con una variazione di 11,5 pp (CI95% = 5,3 pp a 17,7 pp, $t = 7,19$, $p < 0,001$). Un miglioramento clinico rilevante (≥ 8 pp) è stato osservato in 8 pz, 2 nel gruppo SLT e 6 nel gruppo SMT. L'analisi separata dei punteggi ODI tra i gruppi ha rivelato un miglioramento significativo dal basale al post-trattamento e al follow-up a 4 settimane ($Ft(2,4; 31,7) = 6,5$, $p < 0,01$).</p> <p>VAS: dal basale al post-trattamento, non si registra una differenza significativa di gruppo, tempo o interazione. Un miglioramento clinico rilevante dal basale al post-trattamento (≥ 13 mm) è stato osservato in 9 pz, 4 nel gruppo SLT e 5 nel gruppo SMT. Complessivamente, anche i punteggi VAS sono migliorati significativamente dal basale al post-trattamento e al follow-up a 4 settimane ($Ft(2,4; 31,1) = 4,0$, $p < 0,02$). I dati cinematici e cinetici registrati non hanno mostrato alcun cambiamento nel tempo, suggerendo che non vi era alcun effetto di nessuno dei due trattamenti sulle strategie posturali dinamiche.</p>

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; SMT, Sensorimotor Training, SLT, Sub-effective Low-intensity endurance Training, CNSLBP, Chronic Non Specific Low Back Pain; F, Femmine; M, Maschi; min, minuti; VAS, Visual Analogue Scale; ODI, Oswestry Disability Index; CI, Intervallo di Confidenza, pp,percentage points.

CARATTERISTICHE DELLO STUDIO DI TRAPP <i>et al.</i>						
Autore e anno	Disegno di studio	Nr. pz e Drop-outs	Caratteristiche dei pz	Lunghezza follow-up	Caratteristiche dell'intervento	Outcomes e Risultati
Trapp et al. 2015	RCT	32 pz: 16 Gruppo Feedback (GF) 16 Gruppo Controllo (GC). 2 drop-outs	Storia di almeno 6 mesi di LBP; età \geq 18 anni; assenza di alterazioni cognitive o disturbi psichiatrici. Media caratteristiche dei pz: età (GF 45.53 ± 7.05 ; GC 40.60 ± 10.67) anni; durata del dolore (GF 46.87 ± 46.22 ; GC 30.47 ± 47.57) mesi; genere (GF 10 M, 5 F; GC 9 M, 6 F).	Al termine del trattamento (2 settimane).	Il GF ha effettuato 6 sedute di feedback in 2 settimane (3 a settimana) da circa 20 minuti ciascuna. I pz si posizionavano proni mentre guardavano un'immagine della loro schiena registrata in tempo reale da una webcam. All'inizio di ogni seduta venivano registrati i livelli del TPDT, dopo di che veniva somministrato un training TPDT che variava di ± 5 mm rispetto alla soglia individuale. Uno o due punti venivano stimolati in un modo casuale e i pz dovevano riferire se ne percepivano uno o due. Dopo ogni stimolazione, è stato attivato il feedback visivo affinché i pz potessero vedere dove avveniva la stimolazione sulla schiena per confrontarlo con quanto percepito. La procedura è stata ripetuta 10 volte per lato. Al termine del TPDT, i pz dovevano inclinare il bacino sul lato sinistro e destro usando il muscolo multifido per circa 10 minuti. Durante l'esecuzione del gesto, i pz si guardavano sullo schermo del computer. I pz del GC invece di 6 sedute di feedback, hanno ricevuto 6 sedute aggiuntive di 30 minuti in ognuna delle quali veniva eseguito un allenamento di rilassamento e un allenamento di movimento (camminata).	VAS, MPI-“severità del dolore”, MPI, TPDT, PAVQ, PCS, PASS, BDI, HAMD Dalle analisi multivariate sono emersi effetti di interazione significativi per le misure del dolore (dolore VAS e MPI “gravità del dolore”), MPI-sezione II e nel punteggio PVAQ, mentre non sono stati riscontrati effetti di interazione significativi per la depressione (BDI e HAMD), l'MPI sezione I e III e nei punteggi PASS e PCS. VAS e MPI-“severità del dolore”: dall'analisi dei valori medi per i due gruppi è emerso che i punteggi del dolore si sono ridotti in misura maggiore nel GF rispetto al GC. TPDT: I valori di soglia sono diminuiti per FG mentre i valori di CG sono rimasti quasi costanti. È stata rilevata, inoltre, una correlazione tra i cambiamenti nel dolore (VAS) e i cambiamenti nel TPDT.

Legenda: al., colleghi; RCT, Randomized Controlled Trial; nr., numero; pz, paziente/i; GF, Gruppo Feedback; GC, Gruppo di Controllo; LBP, Low Back Pain; F, Femmine; M, Maschi; TPDT, Two Point Discrimination Threshold; VAS, Visual Analogue Scale; PAVQ, Pain Vigilance and Awareness Questionnaire; PCS, Pain Catastrophizing Scale; PASS, Pain Anxiety Symptom Scale; MPI, Multidimensional Pain Inventory; BDI, Beck Depression Inventory; HAMD, Hamilton Depression Symptom Scale.

Disegno di studio

Gli studi inclusi nella presente revisione sono tutti RCTs.

Nella maggior parte degli studi il setting riabilitativo prevede un trattamento solamente clinico, mentre in due studi ^(11–13) al trattamento in clinica si aggiungeva anche un programma di allenamento domiciliare.

La lunghezza del trattamento negli studi è variabile, da breve a medio termine, mentre per quanto riguarda i follow-up si passa da immediatamente post-intervento ^(11,14) fino a 24 settimane di follow up ⁽¹⁵⁾. La maggior parte degli studi oscilla intorno alle 3-12 settimane di follow up ^(6,12,13,15–20).

Caratteristiche della popolazione

La popolazione inclusa nella revisione è di 524 pazienti ^(6,11–21).

La diagnosi dei pazienti in tutti gli studi è di *Chronic Non Specific Low Back Pain (CNSLBP)* ^(13,15–20), anche se in uno studio ^(11,12) venivano inclusi soggetti con un LBP presente da almeno 6 settimane, quindi anche in fase sub-acuta (cut-off cronicità LBP ≥ 3 mesi). In altri tre studi invece il criterio temporale era la presenza di LBP da almeno 6 mesi ^(6,14,21).

In due studi la popolazione inclusa è costituita da soggetti con o senza dolore irradiato agli arti inferiori ^(6,16), mentre in cinque studi sono stati esclusi i pazienti che presentavano dolore radicolare ^(13,14,18–20), nei rimanenti questo parametro non rientrava tra i criteri di inclusione o esclusione ^(12,15,17,21).

Tutti gli studi della revisione hanno incluso per il loro intervento una popolazione adulta (età ≥ 18 anni), uno studio ^(11,17) hanno posto come limite superiore un'età di 75 anni, mentre un altro ⁽¹⁹⁾ ha incluso soggetti di età compresa tra i 25 e i 70 anni. L'età media dei partecipanti agli studi è di 48 ± 10.1 anni. Tutti gli studi includono sia soggetti di genere femminile che maschile.

Caratteristiche dell'intervento

Le modalità di intervento nei vari studi risultano eterogenee, ad eccezione di tre studi ^(15,17,19) che utilizzano la stessa superficie per la riabilitazione percettiva (*Su-per*). Tuttavia, nei tre studi variano le caratteristiche del gruppo di controllo. Infatti, negli studi ^(15,17) il gruppo di intervento veniva confrontato con un gruppo *Back School* sottoposto ad educazione, esercizi di rinforzo muscolare e stretching, mentre nello studio ⁽¹⁹⁾ il gruppo di controllo si sottoponeva allo stesso trattamento del gruppo di intervento ma senza prestare attenzione alle stimolazioni. Nello studio ⁽¹⁵⁾ è presente

anche un terzo gruppo di controllo che non riceveva alcun trattamento riabilitativo, ma solo cure mediche e farmacologiche.

In due studi viene somministrato un training dell'acuità tattile con grafestesia ^(6,11,16) includendo la localizzazione ed il riconoscimento dello stimolo. Lo studio ⁽¹⁶⁾ aggiunge all'intervento anche il riconoscimento della posizione intermedia ed esercizi di controllo motorio lombo-pelvico e viene messo a confronto ad un programma di esercizi generici.

Gli studi rimanenti fanno utilizzo di diversi dispositivi e modalità di erogazione degli stimoli o di riconoscimento della posizione e del movimento:

- Dispositivo *Fairmed* ⁽¹⁸⁾ costituito da una serie di 16 vibratori applicati alla colonna lombare collegati ad un controller. L'utilizzo di questo dispositivo viene confrontato con l'utilizzo della *Trans Cutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS);
- Piattaforma oscillante *Posturomed* ⁽²⁰⁾ confrontata con un programma di allenamento cardiovascolare;
- *Sensory Retraining Tool* ⁽¹³⁾ collegato ad un *Home Training Interface*, per l'esecuzione guidata dei compiti a casa, associato alle sedute in clinica di trattamento multimodale (educazione, riallenamento sensoriale e motorio) o usual physiotherapy (educazione, trattamento passivo e attivo);
- Agopuntura ⁽¹⁴⁾ con riconoscimento dell'ago che veniva stimolato e senza richieste attenteive sulla stimolazione;
- App *Digital Care Program* (DCP) collegata a dei sensori di bluetooth di movimento ⁽¹²⁾;
- *Two Point Discrimination Threshold* (TPDT) ⁽²¹⁾ con feedback visivo tramite web-cam confrontato con un training di rilassamento e di camminata.

Misure di outcome

Per quanto concerne l'*assessment* della variabile LBP, le misure di outcome sono eterogenee ma tutti gli studi si avvalgono di scale e questionari validati, ad esempio *Visual Analogue Scale* (VAS) e *Roland Morris Disability Questionnaire* (RMDQ), per la misurazione, rispettivamente, dell'intensità del dolore e della disabilità.

Figura 2: analisi della qualità degli studi

<u>Study ID</u>	<u>Experimental</u>	<u>Comparator</u>	<u>Outcome</u>	<u>Weight</u>	<u>D1</u>	<u>D2</u>	<u>D3</u>	<u>D4</u>	<u>D5</u>	<u>Overall</u>
1	Sensory motor trainig	General exercise	Dolore	1	+	+	+	+	+	+
2	Training acuità tattile	Stimolazione placebo	Dolore	1	+	-	!	+	+	-
3	Riabilitazione percettiva	Back School	Dolore	1	!	-	!	+	+	-
4	TENS	FairMed	Dolore	1	+	+	+	+	+	+
5	Riabilitazione percettiva	Back School e placebo	dolore	1	+	+	+	+	+	+
6	Agopuntura	Agopuntura senza riconoscir	Dolore	1	+	+	+	+	+	+
7	Digital care program	Usual care	Dolore	1	+	+	+	+	+	+
8	Trattamento multimodale	Usual Physioterapy	Dolore	1	+	+	+	+	+	+
9	Riabilitazione percettiva	Riabilitazine percettiva senz:	Dolore	1	+	!	+	+	+	!
10	Sensory motor training	Sub-effective Low-intensity e	Dolore	1	+	+	+	+	+	+
11	Gruppo Feedback	Controllo	Dolore	1	!	!	+	!	+	!

Low risk

Some concerns

High risk

D1 Randomisation process

D2 Deviations from the intended interventions

D3 Missing outcome data

D4 Measurement of the outcome

D5 Selection of the reported result

DISCUSSIONE

Il presente lavoro ha considerato un totale di 11 studi che hanno utilizzato il *Sensory Motor Training* (SMT) come modalità di intervento nei soggetti con LBP cronico.

Gli studi selezionati permettono di rispondere all'obiettivo della tesi di indagare l'efficacia del training sensoriale in questa tipologia di pazienti e la discussione è stata sviluppata analizzando le misure di outcome prefissate quali la riduzione del dolore e della disabilità ad esso correlata.

Il training sensoriale riduce l'intensità del dolore nei soggetti con LBP cronico?

In tutti gli studi è stata analizzata la riduzione dell'intensità del dolore dopo il trattamento e/o ai follow-up successivi. Tali studi includono soggetti con LBP alla baseline presente da un minimo di 6 settimane, la maggior parte degli studi, invece, rispetta il criterio temporale di cronicità del LBP con durata di almeno 3 mesi.

Per quanto concerne l'outcome dolore 5 studi ^(12-15,21) hanno rilevato un risultato statisticamente significativo, sebbene in alcuni studi sia limitato alla durata dei follow-up.

Tre studi hanno utilizzato per il SMT la superficie percettiva (*Su-per*) e due di questi lo confrontavano con un gruppo di trattamento Back School (costituito da educazione, esercizi di rinforzo muscolare e stretching). Nello studio di Morone *et al.* ⁽¹⁵⁾ è presente anche un terzo gruppo di controllo non sottoposto a riabilitazione ma solo a cure mediche. Dai risultati ottenuti in questo studio è emersa una differenza statisticamente significativa tra i gruppi nei punteggi VAS e PRI al termine del trattamento (VAS $p<0,001$; PRI $p=0,001$), a 12 settimane di follow-up (VAS $p<0,001$; PRI $p=0,004$) ma non a 24 settimane in favore del SMT rispetto al trattamento Back School o alla sola assistenza medica e farmacologica. Questo suggerisce che il SMT consente di ridurre l'intensità del dolore più precocemente rispetto ad altre modalità terapeutiche, ma nel medio-lungo termine risultano equiparabili.

Inoltre, nello studio è stato registrato un punteggio VAS significativamente più basso nel gruppo di riabilitazione percettiva comparato con il gruppo Back School al termine del trattamento, contrariamente a quanto riscontrato in un altro studio di Paolucci *et al.* ⁽¹⁷⁾ in cui, invece, non sono state rilevate differenze significative tra i due gruppi nel punteggio McGill Pain Questionnaire al termine del trattamento. Pertanto, dati i risultati discordanti tra i due studi, non è possibile stabilire se il SMT sia maggiormente efficace nella riduzione del dolore rispetto ad un programma di riabilitazione impostato secondo i principi della Back School, ma entrambe le tipologie di trattamento apportano un miglioramento del dolore rispetto alla baseline.

Confrontato con la fisioterapia standard, invece, è possibile riscontrare una maggior riduzione dell'intensità del dolore a favore del SMT. Nello studio di Walti *et al.* ⁽¹³⁾, infatti, il SMT è stato comparato con un programma di fisioterapia standard ed è risultato che l'intensità media del dolore misurata tramite la scala NRS è diminuita rispetto alla settimana precedente significativamente di più nel gruppo sperimentale con una differenza tra i due gruppi di 1,45 (p=0.03) risultando in una dimensione dell'effetto moderata di 0.66.

Inoltre, è interessante osservare come una richiesta attentiva alla stimolazione sensoriale non apporti un'ulteriore riduzione del dolore. Nello studio di Ryan *et al.* ⁽⁶⁾, in cui sono stati comparati un gruppo di training dell'acuità tattile e grafestesia con riconoscimento dello stimolo con un gruppo placebo sottoposto alla stessa stimolazione senza riconoscimento, è emerso che non vi è una differenza significativa tra i due gruppi per la variazione del dolore confrontato con le misure alla baseline. Anche nello studio di Vetrano *et al.* ⁽¹⁹⁾ vengono comparati due gruppi sottoposti alla stimolazione percettiva tramite la superficie Su-Per in cui al Gruppo A (GA) era richiesto un riconoscimento dello stimolo mentre al Gruppo B (GB) no. I risultati mostrano un miglioramento significativo del dolore nel punteggio VAS in entrambi i gruppi al termine del trattamento (GA: p=0.002; GB: p<0.001), ma non hai follow-up. Anche al McGill Pain Questionnaire c'è stata una riduzione significativa sia del *Present Pain Intensity* (PPI) che del *Pain Rating Index* (PRI) in entrambi i gruppi solo al termine del trattamento (PPI: GA: p=0.005; GB: p<0.001; PRI: GA: p=0.001; GB: p<0.001). Tuttavia, non si osservano differenze significative tra GA e GB (p>0.05), a sostegno dell'ipotesi che un focus attentivo sulla stimolazione sensoriale non implementi l'efficacia dell'intervento in termini di riduzione del dolore.

A contrastare quest'ipotesi, nello studio di Wand *et al.* ⁽¹⁴⁾, nel quale viene utilizzata l'agopuntura come modalità di stimolazione sensoriale, è stata riscontrata una differenza significativa (dopo aggiustamento; differenza media = -0,8, IC 95% da -1,4 a -0,3; p=0,011) nel punteggio NRS tra il gruppo sperimentale (2,8±2,5), che doveva prestare attenzione agli aghi, e il gruppo di controllo (3,6±2,0) che, invece, non doveva riconoscere la stimolazione.

Inoltre, nello studio di Shebib *et al.* ⁽¹²⁾ al trattamento standard per il LBP è stato proposto in aggiunta un training domiciliare effettuato tramite un tablet collegato a dei sensori bluetooth di movimento e l'applicazione *Digital Care Program* (DCP) con supervisione di un coach nell'utilizzo. Dai risultati è emerso da un'intention to treat analysis che a 12 settimane c'è una riduzione significativa del Korff Pain (p < 0,001) maggiore nel DCP rispetto al gruppo di controllo, mentre per i partecipanti al DCP che hanno completato lo studio c'è stato un miglioramento del dolore dal 52 al 64 % (Korff: 48,8–

23,4, VAS: 43,6–16,5, impatto VAS sulla vita quotidiana: 37,3–13,4; $p<0,01$ per tutti). Questo riflette l’idea che un programma di trattamento sensorimotorio domiciliare, specie se supervisionato, aumenta l’efficacia dell’usual care in termini di riduzione dell’intensità del dolore promuovendo anche la self-efficacy nell’ottica di rendere il paziente parte attiva del processo di cura.

Anche il TPDT associato ad un feedback visivo (tramite webcam) si è rivelato efficace in termini di riduzione del dolore ($p=0.016$) come dimostrato nello studio di Trapp *et al.* ⁽²¹⁾. Dai risultati, infatti, è emerso che il TPDT risulta maggiormente efficace di un programma di movimento e rilassamento; tuttavia, non è possibile stabilire se l’aggiunta del feedback visivo al SMT incrementi l’efficacia del trattamento stesso in quanto il gruppo di controllo era sottoposto ad un’altra tipologia di intervento. Lo studio di McCaskey *et al.* ⁽²⁰⁾ alle sedute di trattamento standard ha associato in un gruppo il training sensorimotorio (gruppo SMT) e nell’altro un *Sub-effective Low-intensity endurance Training* (SLT). Un miglioramento clinico rilevante dal basale al post-trattamento (≥ 13 mm) è stato osservato in 9 pz, 4 nel gruppo SLT e 5 nel gruppo SMT. Complessivamente, anche i punteggi VAS complessivamente sono migliorati in modo significativo dal basale al post-trattamento e al follow-up a 4 settimane ($p<0,02$). Tuttavia, non vi era alcuna differenza significativa tra i gruppi; pertanto, non è possibile stabilire se il SMT sia maggiormente efficace del SLT.

Anche lo studio di Van Baal *et al.* ⁽¹⁶⁾ che confronta un programma di *Sensorimotor Training* (SMT) con un programma di *General Exercise* (GE) non ha riscontrato una differenza significativa ($p=0.25$) tra i due gruppi per le misure di outcome del dolore, per cui non si può definire quale dei due sia maggiormente efficace, seppur il SMT apporti una riduzione significativa dalla baseline al follow-up (SMT t1a 3.5, t2 1.1 $p=0.01$).

Infine, nello studio di Barker *et al.* ⁽¹⁸⁾ non sono state rilevate differenze statisticamente significative nei punteggi VAS tra l’utilizzo della *TENS* ed il dispositivo *FairMed* come modalità di stimolazione sensoriale, a sostegno della precedente ipotesi che una forma di stimolazione sensomotoria anche se non accompagnata dal riconoscimento e dalla localizzazione dello stimolo (come nel caso della *TENS*) può apportare la stessa variazione in termini di riduzione del dolore.

In conclusione, il SMT sembra essere efficace nella riduzione del dolore in soggetti con LBP cronico, in particolare risulta maggiormente efficace rispetto ad un programma di movimento e rilassamento e di fisioterapia standard, mentre, dati i risultati contrastanti tra gli studi, rimane incerto se sia più efficace di una riabilitazione secondo i principi della Back School. Non sembra apportare ulteriori benefici il mantenimento di un focus attentivo sullo stimolo rispetto alla sola stimolazione

sensoriale. Inoltre, un programma di training sensoriale domiciliare sembra implementare l'efficacia della usual care.

In alcuni casi, la maggior efficacia del SMT rispetto ad altre tipologie di intervento è limitata al post-intervento, mentre ai follow up successivi risulta equiparabile alle altre. La durata del follow up è per lo più a breve-medio termine, pertanto, sarebbero necessari ulteriori studi per verificare l'efficacia del SMT nel lungo termine.

Il training sensoriale riduce la disabilità nei soggetti con LBP cronico?

Non tutti gli studi inclusi in questa revisione hanno analizzato la riduzione della disabilità dopo il trattamento e/o ai follow up. Gli studi che hanno preso in considerazione questa misura di outcome includono soggetti con LBP alla baseline presente da almeno 6 settimane e CLBP.

Solamente 2 degli studi inclusi ^(12,20) su 8 che hanno analizzato questo outcome hanno riportato dei risultati statisticamente significativi nel miglioramento della disabilità correlata al dolore. Questo indica che, in situazioni di cronicità, non sempre una riduzione del dolore implica anche una diminuzione della disabilità o che il rispristino di una corretta funzione potrebbe necessitare di un maggior tempo e pratica rispetto alla durata dei follow up degli studi inclusi in questa revisione.

Il SMT in aggiunta alla riabilitazione standard risulta maggiormente efficace nel ridurre la disabilità rispetto al SLT associato a usual care come dimostrato dallo studio di McCaskey *et al.* ⁽²⁰⁾. Dall'analisi dei dati, infatti, si rileva che entrambi i gruppi sono migliorati dalla baseline al follow-up ma solo il gruppo SMT in modo significativo con una variazione di 11,5 pp ($p<0,001$).

Se, invece, si mette a confronto il trattamento fisioterapico standard con un programma di trattamento multimodale, costituito per lo più da SMT, quest'ultimo non sembrerebbe dare maggiori benefici della fisioterapia convenzionale nella riduzione della disabilità, infatti nello studio di Walti *et al.* ⁽¹³⁾ non è stata rilevata alcuna differenza significativa tra i due gruppi per le misure di outcome della disabilità (RMDQ, PSFS).

Nello studio di Van Baal *et al.* ⁽¹⁶⁾ è stato confrontato con un programma di *General Exercise* (GE) con il SMT ma dai risultati non sono emerse differenze significative tra i due gruppi per le misure di outcome della disabilità, sebbene il SMT abbia determinato una riduzione significativa all'interno del gruppo nel punteggio ODI (SMT t1a 22.0, t2 11.0; $p=0.03$), rispetto alla baseline. Non possibile, quindi, stabilire quale dei due interventi sia più efficace.

Anche per quanto riguarda gli outcome della disabilità emerge dallo studio di Vetrano *et al.* ⁽¹⁹⁾ che l'aggiunta del focus attentivo sul compito percettivo non apporta ulteriori benefici. Infatti, in

entrambi i gruppi si verifica una riduzione significativa del punteggio ODI ($p=0.003$) al post-trattamento, senza ulteriori modifiche ai follow-up, ma non si rilevano differenze statisticamente significative tra i due bracci di studio ($p=0.29$). Stessi risultati sono stati riscontrati anche nello studio di Rayan *et al.* ⁽⁶⁾ in cui il training dell'acuità tattile con o senza riconoscimento dello stimolo, non ha rilevato differenze statisticamente significative tra i due gruppi ai punteggi del RMDQ per la funzione (4/9 vs. 4/6, $p=0.529$). A sostegno di quanto ottenuto negli altri due studi, anche lo studio di Barker *et al.* ⁽¹⁸⁾ dimostra che la localizzazione dello stimolo sensoriale non apporta alcuna differenza significativa ($p=0.85$) nella variazione dei punteggi ODI se comparato ad una stimolazione con *TENS* in cui non veniva richiesto un compito attentivo.

Il SMT non differisce significativamente nei punteggi di disabilità (ODI e indice di disabilità di Waddel) neanche se comparato ad un programma di trattamento basato sulla Back School, come dimostrato dallo studio di Morone *et al.* ⁽¹⁵⁾, tuttavia i risultati variavano significativamente tra il GBS e il gruppo di controllo non sottoposto a fisioterapia ai follow-up ($p<0.01$ per entrambe le scale).

È interessante notare poi come il programma di trattamento domiciliare costituisca una valida proposta di trattamento non solo per la riduzione del dolore ma anche della disabilità. Infatti, nello studio di Shebib *et al.* ⁽¹²⁾ il gruppo DCP, che fa utilizzo di un'applicazione e di due sensori bluetooth di movimento da remoto, ha ottenuto un miglioramento medio delle misure della disabilità che varia dal 31 al 55% (Korff disability: 33,1–15, ODI: 19,7–13,5; $p<0.01$ per entrambi), pertanto il DCP risulta maggiormente efficace dell'usual care.

Da quanto emerso negli studi possiamo concludere che il SMT rappresenti una strategia efficace nel ridurre la disabilità nei soggetti con LBP cronico se comparato con un Sub-effective Low Intensity Training. Se, invece, confrontiamo il SMT con un programma fisioterapico convenzionale, un programma di esercizi generali o di trattamento Back School non emergono differenze significative tra le strategie di intervento, quindi non è possibile stabilire quale sia più efficace nel ridurre della disabilità. Mentre, anche in questo caso, un programma di STM domiciliare sembra apportare maggiori benefici rispetto alla standard care. Un minor numero di risultati significativi per quanto concerne la disabilità potrebbe essere ricondotto al fatto che apportare delle modifiche alla funzione in quadri cronicizzati richiede maggior tempo e allenamento e la durata del trattamento e dei follow-up degli studi esaminati non era sufficientemente lunga.

Come per l'outcome del dolore, anche per quanto riguarda la disabilità si conferma che l'introduzione di un focus attentivo allo stimolo, con localizzazione e riconoscimento delle caratteristiche, non determina un miglior risultato rispetto alla sola stimolazione sensomotoria.

Implicazioni per la ricerca

Per una completa analisi dell'argomento le ricerche future dovrebbero:

- Indagare ulteriormente l'efficacia le SMT, supportando o confutando i risultati emersi;
- Uniformare le modalità di somministrazione del SMT in modo da poter confrontare i risultati di una stessa tipologia di intervento;
- Approfondire il ruolo del focus attentivo sulla stimolazione, portando a risultati più consistenti rispetto a quanto rilevato nel presente lavoro di tesi;
- Utilizzare modalità di rilevazione e valutazione omogenee ed individuare le tipologie di trattamento più efficaci, fornendo anche al clinico utili strumenti di intervento;
- Utilizzare dei periodi di trattamento e dei follow-up più lunghi per poter monitorare il mantenimento dei risultati nel tempo e valutare se ciò apporta le modifiche significative per quanto concerne l'outcome della disabilità;
- Produrre studi con qualità metodologica elevata.

Implicazioni cliniche

Alla luce di quanto rilevato nel presente lavoro di tesi, appare necessario considerare il SMT come parte di un trattamento riabilitativo appropriato per i pazienti con LBP cronico, per la sua efficacia nel ridurre il dolore e la disabilità. Tuttavia, questa tipologia di intervento è da considerarsi un'aggiunta piuttosto che un sostitutivo dei precedenti approcci esistenti.

Le modalità di trattamento che sono risultate efficaci significativamente e pertanto utili da inserire nella pratica clinica sono le seguenti: il TPDT con feedback, un trattamento multimodale costituito da educazione, allenamento sensoriale e motorio, l'agopuntura, il SMT effettuato tramite l'utilizzo di superfici percettive. Inoltre, è da tenere in considerazione un programma di SMT da eseguire a domicilio.

Punti di forza e limiti del lavoro di tesi

I punti di forza della presente revisione possono essere così descritti:

- Processo di selezione e valutazione degli studi effettuata da un autore principale e soggetto ad una revisione di un secondo autore indipendente;
- Inclusione di soli studi RCT, che rappresentano lo strumento più affidabile per rispondere a quesiti di efficacia dei trattamenti come quello del lavoro di tesi;

- Accesso a *full text* grazie al sistema di *network* bibliotecario NILDE dell’Università degli Studi di Genova e tramite il *free access* direttamente dalle banche dati.

Si espongono tuttavia i seguenti limiti del lavoro:

- Per la ricerca in letteratura sono state consultate solo le principali banche dati, non è stata consultata, ad esempio, EMBASE con il rischio di aver perso alcuni studi potenzialmente eleggibili;
- L’eterogeneità degli studi inclusi per la tipologia di somministrazione del SMT e le modalità di assessment delle misure di outcome, con difficoltà a generalizzare i risultati, in quanto non equiparabili;
- Possibili errori nella sintesi qualitativa dei risultati in quanto non vi è stata una seconda revisione della valutazione della qualità metodologica degli studi;
- Infine, le evidenze incluse nel presente lavoro risultano numericamente ridotte e con una qualità metodologica discreta.

Tabella 3: schema dei risultati del confronto tra gruppi negli studi

DOLORE			
Studio	Confronto	Risultato statistico	Efficacia
Van Baal et al. 2020	Sensorimotor Training vs General Exercise	p=0.26	No differenze significative tra i gruppi
Ryan et al. 2014	Training acuità tattile e grafestesia con riconoscimento dello stimolo vs senza riconoscimento	P=0.056	No differenze significative, tuttavia l'entità del cambiamento è stata maggiore per il gruppo senza riconoscimento
Paolucci et al. 2012	Stimolazione percettiva vs Back School	P=0,436	No differenze significative tra i gruppi
Barker et al. 2008	TENS vs dispositivo Fairmed con riconoscimento dello stimolo	P=0.82	No differenze significative tra i gruppi
Morone et al. 2011	Stimolazione percettiva vs Back School vs no fisioterapia	P<0.001	Gruppo percettivo > Back School > no fisioterapia
Wand et al. 2013	Agopuntura con riconoscimento vs senza riconoscimento	P=0.011	Agopuntura con riconoscimento > senza riconoscimento
Shebib et al. 2019	Digital care program vs usual care	P<0.01	Digital care program > usual care
Walti et al. 2015	Trattamento multimodale (con SMT) vs usual physiotherapy	P=0.03	Trattamento multimodale > usual physiotherapy
Vetrano et al. 2013	Stimolazione percettiva con riconoscimento vs senza riconoscimento	P>0.05	No differenze significative tra i due gruppi
McCaskey et al. 2018	Sensorimotor Training vs Sub-effective Low intensity endurance training	P=0.4	No differenze significative tra i due gruppi
Trapp et al. 2015	TPDT con feedback vs programma di movimento ed esercizi di rilassamento	P=0.016	TPDT con feedback > programma di movimento e rilassamento

DISABILITÀ			
Studio	Confronto	Risultato statistico	Efficacia
Van Baal et al. 2020	Sensorimotor Training vs General Exercise	p=0.64	No differenze significative tra gruppi
Ryan et al. 2014	Training acuità tattile e grafestesia con riconoscimento dello stimolo vs senza riconoscimento	P=0.529	No differenze significative tra gruppi
Barker et al. 2008	TENS vs dispositivo Fairmed con riconoscimento dello stimolo	P=0.85	No differenze significative tra gruppi
Morone et al. 2011	Stimolazione percettiva vs Back School vs no fisioterapia	P=0.065 P=0.003	No differenze tra Back School e Gruppo percettivo; Back School > no fisioterapia
Shebib et al. 2019	Digital care program vs usual care	P<0.01	Digital care program > usual care
Walti et al. 2015	Trattamento multimodale (con SMT) vs usual physiotherapy	P=0.25	No differenze significative tra gruppi
Vetrano et al. 2013	Stimolazione percettiva con riconoscimento vs senza riconoscimento	P=0.29	No differenze significative tra gruppi
McCaskey et al. 2018	Sensorimotor Training vs Sub-effective Low intensity endurance training	P<0.001	Sensorimotor training > Sub-effective Low intensity endurance training

CONCLUSIONE

Il presente lavoro di tesi si proponeva come obiettivo di verificare l'efficacia del SMT in soggetti con Low Back Pain cronico di natura muscoloscheletrica. In particolare, il focus della revisione era quello di individuare se questa strategia terapeutica fosse in grado di ridurre il dolore e la disabilità ad esso correlata.

Gli articoli inclusi hanno consentito di dare una risposta preliminare che necessita di ulteriori approfondimenti futuri.

Da quanto emerso dall'analisi degli studi, il SMT costituisce una tipologia di riabilitazione appropriata per i pazienti con LBP cronico, per la sua efficacia nel ridurre il dolore e la disabilità. Infatti, nella maggior parte degli studi sono state rilevate differenze significative all'interno del gruppo SMT dal pre al post trattamento se confrontate con le misure della baseline.

Tuttavia, questo intervento è da considerarsi un'aggiunta ad altri approcci esistenti piuttosto che un sostitutivo in quanto, dalla letteratura attualmente presente, in molti casi non è stato possibile stabilire una maggior efficacia del SMT rispetto ad altre modalità di trattamento.

Per quanto concerne l'outcome del dolore, il SMT risulta maggiormente efficace rispetto ad un programma di movimento e rilassamento e di fisioterapia standard, rimane incerto se sia più efficace di una riabilitazione secondo i principi della Back School. Riguardo alla disabilità, invece, il SMT risulta più efficace se comparato ad un Sub-effective Low Intensity Training. In numerosi studi si è visto che una riduzione del dolore non è sempre accompagnata da una riduzione della disabilità. Questo, verosimilmente, è dovuto al fatto che modificare la funzione soggetti con dolore cronico necessita di pratica e tempo e negli studi inclusi la durata del trattamento e dei follow-up non è stata sufficientemente lunga da permettere l'ottenimento dei risultati.

Inoltre, è emerso che prestare attenzione allo stimolo, alla localizzazione e al riconoscimento delle sue caratteristiche non sembra apportare ulteriori benefici rispetto alla somministrazione della sola stimolazione sensoriale.

Infine, un programma di training sensoriale domiciliare sembra implementare l'efficacia della fisioterapia standard.

Queste conclusioni sono supportate da risultati statisticamente significativi di studi redatti con una discreta qualità metodologica, sebbene attualmente non siano disponibili numerose evidenze in materia nella letteratura scientifica.

Key Points

- Il SMT sembra essere efficace nel ridurre il dolore nei soggetti con LBP cronico rispetto ad un programma di movimento e rilassamento e di fisioterapia standard, mentre resta incerto se sia più efficace di una riabilitazione secondo i principi della Back School;
- Il SMT sembra essere efficace nel diminuire la disabilità nei soggetti con LBP cronico se comparato ad un Sub-effective Low Intensity Training;
- Non sempre ad una riduzione del dolore corrisponde una riduzione della disabilità;
- Il focus attentivo sullo stimolo non determina outcome migliori rispetto alla sola somministrazione dello stimolo sensoriale;
- Introdurre un programma di SMT domiciliare implementa l'efficacia della fisioterapia standard.

BIBLIOGRAFIA

1. Maihöfner C, Handwerker HO, Neundörfer B, Birklein F. Cortical reorganization during recovery from complex regional pain syndrome. *Neurology*. 24 agosto 2004;63(4):693–701.
2. Knecht S, Henningsen H, Höhling C, Elbert T, Flor H, Pantev C, et al. Plasticity of plasticity? Changes in the pattern of perceptual correlates of reorganization after amputation. *Brain J Neurol*. aprile 1998;121 (Pt 4):717–24.
3. Wand BM, Parkitny L, O'Connell NE, Luomajoki H, McAuley JH, Thacker M, et al. Cortical changes in chronic low back pain: current state of the art and implications for clinical practice. *Man Ther*. febbraio 2011;16(1):15–20.
4. Flor H, Braun C, Elbert T, Birbaumer N. Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients. *Neurosci Lett*. 7 marzo 1997;224(1):5–8.
5. Moseley GL, Flor H. Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: a review. *Neurorehabil Neural Repair*. agosto 2012;26(6):646–52.
6. Ryan C, Harland N, Drew BT, Martin D. Tactile acuity training for patients with chronic low back pain: a pilot randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 26 febbraio 2014;15:59.
7. Tong J, Mao O, Goldreich D. Two-point orientation discrimination versus the traditional two-point test for tactile spatial acuity assessment. *Front Hum Neurosci*. 2013;7:579.
8. Yokota H, Otsuru N, Kikuchi R, Suzuki R, Kojima S, Saito K, et al. Establishment of optimal two-point discrimination test method and consideration of reproducibility. *Neurosci Lett*. 1 gennaio 2020;714:134525.
9. Daffada PJ, Walsh N, McCabe CS, Palmer S. The impact of cortical remapping interventions on pain and disability in chronic low back pain: a systematic review. *Physiotherapy*. marzo 2015;101(1):25–33.
10. Kälin S, Rausch-Osthoff AK, Bauer CM. What is the effect of sensory discrimination training on chronic low back pain? A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2 aprile 2016;17:143.
11. Gutknecht M, Mannig A, Waldvogel A, Wand BM, Luomajoki H. The effect of motor control and tactile acuity training on patients with non-specific low back pain and movement control impairment. *J Bodyw Mov Ther*. ottobre 2015;19(4):722–31.
12. Shebib R; Bailey JF; Smittenaar P; Perez DA; Mecklenburg G; Hunter S. Randomized controlled trial of a 12-week digital care program in improving low back pain. *NPJ Digit Med* 2019 Jan 721Epub. 2019;
13. Walti P; Kool J; Luomajoki H. Short-term effect on pain and function of neurophysiological education and sensorimotor retraining compared to usual physiotherapy in patients with chronic or recurrent non-specific low back pain, a pilot randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2015 Apr 101683Epub. 2015;
14. Wand BM; Abbaszadeh S; Smith AJ; Catley MJ; Moseley GL. Acupuncture applied as a sensory discrimination training tool decreases movement-related pain in patients with chronic low back pain more than acupuncture alone: a randomised cross-over experiment [with consumer summary]. *Br J Sports Med* 2013 Nov47171085-1089. 2013;
15. Morone G, Iosa M, Paolucci T, Fusco A, Alcuri R, Spadini E, et al. Efficacy of perceptive rehabilitation in the treatment of chronic nonspecific low back pain through a new tool: a randomized clinical study. *Clin Rehabil*. aprile 2012;26(4):339–50.
16. van Baal K, Allofs J, Ehrenbruchhoff K, Grüneberg C, Hering T, Kopkow C, et al. Effects of a movement control and tactile acuity training in patients with nonspecific chronic low back pain and control impairment - a randomised controlled pilot study. *BMC Musculoskelet Disord*. 30 novembre 2020;21(1):794.

17. Paolucci T, Fusco A, Iosa M, Grasso MR, Spadini E, Paolucci S, et al. The efficacy of a perceptive rehabilitation on postural control in patients with chronic nonspecific low back pain. *Int J Rehabil Res Int Z Rehabil Rev Int Rech Readaptation.* dicembre 2012;35(4):360–6.
18. Barker KL, Elliott CJ, Sackley CM, Fairbank JCT. Treatment of chronic back pain by sensory discrimination training. A Phase I RCT of a novel device (FairMed) vs. TENS. *BMC Musculoskelet Disord.* 28 giugno 2008;9:97.
19. Vetrano M, Pournajaf S, Vulpiani MC, Santoboni F, Paolucci T, Spadini E, et al. Perceptive rehabilitation of patients with non-specific chronic low back pain: the role of body midline. A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* agosto 2013;49(4):517–25.
20. McCaskey MA, Wirth B, Schuster-Amft C, de Bruin ED. Postural sensorimotor training versus sham exercise in physiotherapy of patients with chronic non-specific low back pain: An exploratory randomised controlled trial. *PLoS One.* 2018;13(3):e0193358.
21. Trapp W, Weinberger M, Erk S, Fuchs B, Mueller M, Gallhofer B, et al. A brief intervention utilising visual feedback reduces pain and enhances tactile acuity in CLBP patients. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015;28(4):651–60.