



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 2014/2015

Campus Universitario di Savona

# **Utilizzo del feedback nella gestione dei pazienti con Low Back Pain**

Candidata:

**Dott.ssa FT Alida Abbruzzese**

Relatore:

**Dott. FT OMT Christian Papeschi**

## INDICE

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| ABSTRACT .....                                                             | 1  |
| 1 INTRODUZIONE.....                                                        | 3  |
| 1.1 Background.....                                                        | 3  |
| 1.2 Caratteristiche del Feedback Estrinseco .....                          | 4  |
| 1.3 Il biofeedback in riabilitazione .....                                 | 5  |
| 1.4 Scopo dello studio .....                                               | 6  |
| 2 METODI.....                                                              | 8  |
| 2.1 Fonti utilizzate per la ricerca .....                                  | 8  |
| 2.2 Strategie di ricerca .....                                             | 8  |
| 2.3 Criteri di inclusione ed esclusione.....                               | 10 |
| 2.4 Selezione degli studi .....                                            | 10 |
| 2.5 Valutazione della qualità metodologica .....                           | 10 |
| 2.6 Processo di raccolta dati .....                                        | 11 |
| 3 RISULTATI.....                                                           | 12 |
| 3.1 Risultati della ricerca sulle banche dati .....                        | 12 |
| 3.2 Studi selezionati.....                                                 | 12 |
| 3.3 Modalità di erogazione del feedback, setting di intervento.....        | 23 |
| 3.4 Sessioni di formazione pre-trattamento .....                           | 23 |
| 3.5 Biofeedback fisiologico – neuromuscolare .....                         | 24 |
| 3.6 Biofeedback fisiologico – respiratorio .....                           | 25 |
| 3.7 Biofeedback biomeccanico – movimento, controllo posturale, forza ..... | 25 |
| 3.8 Mirror visual feedback (MVF) .....                                     | 26 |
| 3.9 Caratteristiche di contenuto, tempistica e frequenza del feedback..... | 26 |
| 3.10 Qualità metodologica degli studi .....                                | 28 |
| 4 DISCUSSIONI.....                                                         | 31 |
| 4.1 Interpretazione dei risultati.....                                     | 31 |
| 4.2 Limiti dello studio .....                                              | 34 |
| 5 CONCLUSIONI .....                                                        | 36 |

|                                     |                                              |    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|----|
| 5.1                                 | Implicazioni per la pratica clinica .....    | 36 |
| 5.2                                 | Implicazioni per la ricerca scientifica..... | 37 |
| BIBLIOGRAFIA.....                   |                                              | 38 |
| APPENDICE 1: Scala PEDro .....      |                                              | 43 |
| APPENDICE 2: STROBE Statement ..... |                                              | 44 |

## ABSTRACT

**Tipo di studio** Revisione narrativa della letteratura.

**Background** Il Low Back Pain (LBP) è definito come quel dolore localizzato tra l'arcata costale e la piega glutea inferiore, con o senza irradiazione all'arto inferiore e rappresenta un importante problema clinico, sociale, economico e di salute pubblica. Tale condizione è associata a disfunzioni del sistema muscolare locale e globale ma anche all'alterazione dei meccanismi di controllo posturale a feedback e feedforward. I fisioterapisti possono includere l'utilizzo del feedback nel protocollo di trattamento del paziente LBP. Il feedback può essere indirizzato a vari aspetti dell'impairment neuromuscolare: ad oggi la letteratura relativa al feedback nella gestione del LBP si è focalizzata principalmente sull'impairment muscolare locale. In letteratura sono state descritte varie strategie di somministrazione del feedback, nonché le diverse caratteristiche, tempi, contesti e modalità di erogazione: la gestione bio-psico-sociale del paziente con LBP e i relativi outcome potrebbero essere influenzati fortemente dall'utilizzo di questo strumento clinico.

**Obiettivi** In questo studio è stata analizzata la letteratura al fine di fornire indicazioni sulle possibilità di utilizzo del feedback come strumento di riabilitazione per la gestione del low back pain. Più precisamente è stato indagato come e se il feedback, attraverso le diverse modalità di somministrazione, possa influenzare gli outcome clinici.

**Materiali e metodi** La ricerca è stata eseguita utilizzando le Banche Dati elettroniche Pubmed, PsycInfo, ScienceDirect e PEDro. I criteri d'inclusione sono stati gli articoli in lingua inglese e versione full text reperibile, studi pubblicati negli ultimi 11 anni e fatti solo su umani. Mentre i criteri d'esclusione sono stati gli articoli in lingua diversa dall'inglese, articoli con abstract o full-text non consultabile, altre tipologie di studi come case report o case series, editoriali, commenti. La prima selezione degli studi è stata eseguita sulla base del titolo e del contenuto dell'abstract, e successivamente dalla lettura completa dell'articolo.

**Risultati** Dal processo di selezione degli studi sono stati inclusi 15 articoli, di cui 11 RCT e 4 studi di coorte. Sono state indagate diverse modalità di erogazione del feedback: 9 studi analizzano il biofeedback fisiologico-neuromuscolare, 1 quello fisiologico-respiratorio; altri 4 lavori indagano il biofeedback biomeccanico, di controllo posturale e forza, mentre soltanto 1 studio fra quelli inclusi ha come oggetto il mirror visual feedback.

Dall'analisi dei risultati si evidenzia una correlazione tra l'erogazione del feedback e i cambiamenti negli outcome clinici dei pazienti con LBP, quali dolore, disabilità e paura nel movimento: tali cambiamenti dipendono proprio dalle diverse caratteristiche del feedback fornito.

**Conclusioni** Attualmente l'utilizzo del feedback estrinseco nel trattamento del LBP è supportato da consistenti evidenze in relazione ad obiettivi quali il dolore e la disabilità o la riduzione di impairment psicologici come la kinesiophobia.

Non è possibile definire quale forma di erogazione del feedback sia la più efficace ma, dall'analisi dei diversi studi si evince la ricerca comune di una logica di fondo tra le diverse forme di erogazione, allo scopo di ottenere un'ottimale formula clinica.

Diverse sono le caratteristiche di contenuto e di tempistica del feedback che sono risultate più efficaci: feedback programmatico o sommario, utilizzo del focus attentivo esterno e frequenza del feedback ridotta o autocontrollata.

Tuttavia la forte eterogeneità che caratterizza gli studi oggetto di questo lavoro ne costituisce un importante limite. La ricerca futura dovrebbe essere indirizzata verso l'identificazione di una forma di erogazione del feedback più efficace e applicabile in contesti clinici comuni e,

successivamente, chiarire in modo più oggettivo possibile, le caratteristiche fondamentali che tale strumento clinico dovrebbe possedere.

**Key words:** low back pain, extrinsic feedback, feedback sensory, biofeedback psychology, , management.

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 Background

Fino ad oggi molte linee guida hanno contribuito a definire il processo di “decision-making” del fisioterapista nei confronti del paziente con Low Back Pain (LBP). Attualmente risulta esserci consenso su alcuni aspetti della gestione del quadro clinico come anche sulla classificazione nei vari stadi (acuto, sub-acuto e cronico) e l’assegnazione dei fattori prognostici<sup>1</sup>. Inoltre tutte le linee guida concordano sulla tempestività d’inizio delle cure sanitarie all’esordio del LBP<sup>2</sup>. Si evince inoltre come le strategie terapeutiche raccomandate siano l’informazione, l’esercizio terapeutico, le manipolazioni spinali, il trattamento multidisciplinare e la combinazione di interventi fisici e psicologici<sup>1,3</sup>.

Di recente interesse clinico è l’utilizzo del feedback nella riabilitazione, in particolare nella gestione di pazienti con LBP<sup>4</sup>. Il feedback, relativo al controllo motorio, può essere definito come l’informazione fornita da diversi recettori sensoriali durante l’esecuzione di un movimento<sup>5</sup>. Tale feedback dà consapevolezza dell’effetto del movimento e contribuisce a migliorare la qualità delle risposte adattative<sup>6</sup>. Le informazioni fornite dal sistema sensoriale sono chiamate *feedback intrinseco*, mentre le informazioni fornite da una sorgente esterna (un’altra persona o uno strumento) possono essere descritte come *feedback estrinseco* (EF)<sup>6</sup>. A seconda del tipo di attività, il feedback intrinseco fornisce informazioni sufficienti per aiutare a eseguire o migliorare la prestazione relativamente ad un compito/movimento. Quando però questo sistema intrinseco è compromesso, il riapprendimento di un compito risulta essere molto più difficile<sup>7</sup>.

I pazienti con LBP possono avere il sistema di feedback intrinseco alterato che provoca risposte muscolari inadeguate<sup>9</sup>. Questo sistema di feedback può venir meno a causa di problematiche locali, a livello per esempio dei muscoli paravertebrali, o a livello centrale per un’imprecisa elaborazione del SNC che provoca un deficit del senso di posizione. Proprio il deficit di proprioccezione contribuisce al mantenimento nel tempo dell’alterato feedback intrinseco<sup>10,11</sup>.

Mentre il feedback intrinseco fa riferimento a informazioni fornite dal sistema sensoriale, il feedback estrinseco è fornito da una fonte esterna, ad esempio il fisioterapista o un dispositivo di biofeedback<sup>6</sup>. Come parte del trattamento, i fisioterapisti possono decidere di includere il feedback estrinseco nelle loro strategie di riabilitazione per il paziente affetto da LBP<sup>12</sup>.

Una recente revisione della letteratura ha individuato diverse modi per fornire il feedback estrinseco nei pazienti con LBP<sup>4</sup>. Queste diverse modalità di feedback estrinseco includono il feedback verbale, il feedback visivo per il controllo posturale<sup>13</sup>, il feedback uditivo<sup>14</sup> ed il

feedback ecografico riabilitativo<sup>15</sup>. Diverse sono le caratteristiche del feedback stesso, ad esempio quando fornirlo che tipo di informazioni trasferire<sup>4</sup>. Lo scopo della corretta erogazione del feedback estrinseco è soprattutto quello di facilitare e ripristinare la stabilità segmentale spinale<sup>13</sup>. Si ritiene infatti che il feedback estrinseco possa stimolare: a) una facilitazione del sistema nervoso centrale dei circuiti sensori-motorio ottimali; b) la consapevolezza del paziente, la fiducia e il controllo volontario dei processi fisiologici specifici; c) la motivazione; d) il rinforzo per la ripetizione di azioni corrette<sup>6</sup>.

## 1.2 Caratteristiche del Feedback Estrinseco

Il feedback estrinseco (EF) può essere fornito in due forme: conoscendo i risultati e conoscendo la prestazione<sup>6</sup>. Conoscere i risultati da idea dell'obiettivo da raggiungere riguardo ad un determinato compito, mentre la conoscenza della performance da informazioni sulle caratteristiche di un movimento o attività eseguita<sup>16</sup>. Le caratteristiche di tale EF possono avere un'influenza positiva, dannosa o nulla sull'apprendimento motorio. Per questo motivo, prima di fornire il EF, devono essere attentamente selezionate le caratteristiche del contenuto e la corretta tempistica<sup>17</sup>.

### - Caratteristiche di Contenuto

Per caratteristiche di contenuto si intendono una serie di elementi: l'intervento stesso del feedback estrinseco (programmatico o parametrico), ovvero il modo in cui si eroga il feedback (riassunti, trasformati in medie o errore di grandezza per esempio accettando alcuni errori minori), la quantità di informazioni da fornire e la tipologia di focus attentivo associato al feedback<sup>18</sup>.

|                                          |                                                                                                     |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Feedback programmatico                   | Feedback relativo al modello generale del movimento                                                 |
| Feedback parametrico                     | Feedback relativo a una specifico componente dell'intero movimento                                  |
| Feedback sommario                        | Feedback cumulativo, fornito dopo un determinato numero di prove                                    |
| Feedback medio                           | Feedback risultato di valori medi (media dell'errore o del punteggio) di un gruppo di prove         |
| Bandwidth (ampiezza dell'errore ammesso) | Feedback relativo alla quantità di errori considerata per distinguere tra buone cattive prestazioni |
| Focus attentivo interno                  | Feedback che guida l'attenzione del soggetto verso le caratteristiche del movimento corporeo        |
| Focus attentivo esterno                  | Feedback che guida l'attenzione dell'allievo verso l'effetto del movimento                          |

**Tabella 1.1 - Principali definizioni terminologiche delle caratteristiche del contenuto del feedback** <sup>4,18</sup>

### - Caratteristiche temporali.

Fornire continuamente feedback estrinseco può portare alla dipendenza e di conseguenza, promuovere effetti negativi o nulli sul processo di apprendimento<sup>19</sup>. Il EF concomitante o terminale (immediato o differito), così come la frequenza del EF sono caratteristiche critiche durante l'apprendimento motorio<sup>20,6</sup>. Il EF può essere fornito nel corso di ogni prova (costante), in concomitanza alla esecuzione dell'attività (concomitante), subito dopo l'esecuzione di attività (immediato) o dopo un periodo di tempo successivo alla fine del compito (ritardato).

|                       |                                                                                 |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Feedback concomitante | Il feedback viene fornito simultaneamente all'esecuzione del compito            |
| Feedback terminale    | Il feedback viene fornito dopo l'esecuzione del compito                         |
| Immediato             | Il feedback viene fornito immediatamente dopo l'esecuzione del compito          |
| Ritardato             | Il feedback viene fornito in modo ritardato rispetto all'esecuzione del compito |

**Tabella 1.2 - Principali definizioni terminologiche riguardanti le caratteristiche temporali del feedback**<sup>4,18</sup>

**Frequenza della fornitura del feedback.** Altro parametro che è possibile variare nella fornitura del feedback è la sua frequenza; fornendo il feedback esterno costante dopo ogni prova (100%) sembra che l'apprendimento motorio diminuisca, rispetto a quando si fornisce un EF intermittente (ad esempio 30% o 50%)<sup>21</sup>.

|                 |                                                                           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Costante        | Il feedback viene fornito ad ogni prova (100%)                            |
| Ridotta         | Il feedback viene fornito dopo un numero variabile di prove (esempio 30%) |
| Autocontrollata | L'erogazione del feedback dipende dalla decisione della persona           |

**Tabella 1.3 - Principali definizioni terminologiche riguardanti la frequenza di fornitura del feedback**<sup>4,18</sup>

## 1.3 Il biofeedback in riabilitazione

Il biofeedback è un metodo utilizzato in riabilitazione che si basa su misurazioni fisiologiche e biomeccaniche del corpo<sup>22</sup>.

I sistemi fisiologici misurabili con biofeedback sono: il sistema neuromuscolare, respiratorio e cardiovascolare<sup>23</sup>. Il biofeedback per la riabilitazione neuromuscolare comprende: il biofeedback elettromiografico (EMG), il biofeedback ecografico in real-time (*ultrasound imaging* - USI)<sup>24,25</sup>. L'EMG biofeedback emette segnali di retroazione prodotti dalla conversione dei segnali mioelettrici del muscolo in segnali visivi o uditivi utilizzando elettrodi di superficie<sup>24</sup>. Il biofeedback ecografico (USI) in tempo reale invia impulsi ad ultrasuoni nel corpo e producendo una retroazione da parte dei tessuti vengono prodotte delle immagini ecografiche che danno un immediato riscontro visivo dell'attività muscolare e

consentendo al paziente di vedere i cambiamenti del muscolo in un display<sup>25</sup>. Il biofeedback ecografico, invece, è risultato essere utile per il dolore nel LBP e per la riabilitazione di disfunzioni del pavimento pelvico<sup>24,25</sup>. I sistemi biomeccanici misurabili con biofeedback sono il movimento, il controllo posturale, la forza muscolare<sup>23</sup>. I sensori inerziali, gli elettrogoniometri, unità di biofeedback a pressione e sistemi di telecamere sono tutti dispositivi di misura che forniscono biofeedback biomeccanici utili nella riabilitazione di problematiche muscoloscheletriche<sup>23</sup>. I sensori inerziali si basano sul funzionamento di accelerometri per stimare le informazioni 3D della cinematica corporea<sup>26</sup>. L'elettrogoniometro permette di misurare la cinematica articolare durante i compiti funzionali e producendo un feedback in tempo reale attraverso un segnale visivo o uditivo<sup>25</sup>. L'unità di biofeedback a pressione (*Pressure Biofeedback Unit* - PBU) è uno strumento che favorisce la corretta attività muscolare fornendo utili feedback visivi durante il trattamento<sup>28</sup>. Infine, il sistema di videocamere consentono di esaminare a posteriori la qualità della locomozione, mentre i sistemi ottici *motion capture* utilizzano una serie di telecamere che rilevano i segnali dei marker<sup>29</sup>.

#### **1.4 Scopo dello studio**

Precedenti lavori in letteratura hanno indagato i vari modi di fornitura del feedback nella riabilitazione del LBP<sup>4</sup> ma anche nella gestione di problematiche di diversa natura<sup>20</sup>, evidenziando risultati che spaziano dal non dimostrare alcun beneficio aggiuntivo al trattamento convenzionale fino a rilevare ottimo miglioramento in termini di dolore e disabilità nei casi in cui la fornitura del feedback veniva aggiunta al programma di riabilitazione standard.

Nel presente studio si è cercato di analizzare le differenti modalità di utilizzo del feedback nel LBP presenti in letteratura e individuare quale tipologia e quali aspetti possono risultare efficaci nella pratica clinica. Nello specifico lo scopo di questa revisione è:

- Analizzare le varie tipologie di feedback descritte in letteratura utilizzate nella gestione fisioterapica dei pazienti con LBP;
- Identificare quale approccio di feedback può influenzare maggiormente il risultato in aggiunta al trattamento standard nel LBP;
- Individuare quali sono gli aspetti relativi al feedback che possono influenzare l'outcome clinico e quindi essere di reale utilizzo nella pratica fisioterapica durante la gestione del paziente con LBP.

Inoltre sarà importante identificare ulteriori variabili che potrebbero influenzare l'efficacia della fornitura del feedback quali la condizione acuta, subacuta o cronica del LBP, il grado di impairment funzionale.

## 2 METODI

### 2.1 Fonti utilizzate per la ricerca

La ricerca oggetto di questo studio è stata eseguita tramite una revisione della letteratura scientifica riguardo all'utilizzo del feedback estrinseco nella gestione dei pazienti con low back pain e alle sue diverse modalità di erogazione al fine di ottenere un migliore outcome clinico.

Il quesito di ricerca è stato indagato seguendo il modello PICO: trattamenti eseguiti su pazienti con LBP (P), procedure di riabilitazione standard del LBP con fornitura di feedback estrinseco oppure utilizzo di strumenti di biofeedback (I), procedure di riabilitazione standard del LBP (C), ricaduta clinica di tale intervento esplicitata attraverso misure di outcome (O) quali la riduzione della disabilità o del dolore o il miglioramento della qualità della vita.

La ricerca bibliografica è stata condotta da un solo revisore nel periodo di tempo compreso tra luglio 2015 e maggio 2016 consultando diverse banche dati, in particolare MedLine, PEDRO, PsycINFO, ScienceDirect (nella quale la ricerca si è ristretta solo ad alcune riviste). Limiti della ricerca imposti preventivamente sono stati: studi pubblicati negli ultimi 11 anni (2005-2016), studi fatti su umani, trial clinici randomizzati e studi di coorte.

### 2.2 Strategie di ricerca

Per la ricerca su MEDLINE, tramite Pubmed, la prima e la seconda stringa sono state elaborate con l'obiettivo di individuare tutti gli articoli che riguardassero pazienti con LBP trattati attraverso l'aggiunta di qualsiasi tipologia di feedback estrinseco o tramite biofeedback.

I termini chiave utilizzati sono stati combinati con gli operatori booleani OR ed AND.

Per la prima stringa i termini chiave sono stati:

("low back pain"[MeSH Terms] OR ("low"[All Fields] AND "back"[All Fields] AND "pain"[All Fields]) OR "low back pain"[All Fields]) AND (("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields]) OR (("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields]) AND sensory[All Fields]) OR ("biofeedback, psychology"[MeSH Terms] OR ("biofeedback"[All Fields] AND "psychology"[All Fields]) OR "psychology biofeedback"[All Fields] OR ("biofeedback"[All Fields] AND "psychology"[All Fields]) OR "biofeedback psychology"[All Fields]))

Per la seconda stringa i termini chiave sono stati:

("low back pain"[MeSH Terms] OR ("low"[All Fields] AND "back"[All Fields] AND "pain"[All Fields]) OR "low back pain"[All Fields]) AND ((extrinsic[All Fields] AND

("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields])) OR ("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields]) OR ("biofeedback, psychology"[MeSH Terms] OR ("biofeedback"[All Fields] AND "psychology"[All Fields]) OR "psychology biofeedback"[All Fields] OR "biofeedback"[All Fields]))

La terza stringa è stata prodotta combinando le prime due con l'aggiunta dell'outcome relativo al trattamento, al fine di restringere il campo ad articoli in cui l'utilizzo del feedback ha influenzato l'outcome clinico. Per la tale stringa i termini chiave utilizzati, combinati con gli operatori booleani AND ed OR, sono stati i seguenti:

("low back pain"[MeSH Terms] OR ("low"[All Fields] AND "back"[All Fields] AND "pain"[All Fields]) OR "low back pain"[All Fields]) AND ((extrinsic[All Fields] AND ("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields])) OR ("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields]) OR ("biofeedback, psychology"[MeSH Terms] OR ("biofeedback"[All Fields] AND "psychology"[All Fields]) OR "psychology biofeedback"[All Fields] OR "biofeedback"[All Fields]) OR ("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields]) AND sensory[All Fields]) OR ("biofeedback, psychology"[MeSH Terms] OR ("biofeedback"[All Fields] AND "psychology"[All Fields]) OR "psychology biofeedback"[All Fields] OR ("biofeedback"[All Fields] AND "psychology"[All Fields]) OR "biofeedback psychology"[All Fields])) AND outcome[All Fields] AND (("pain"[MeSH Terms] OR "pain"[All Fields]) OR disability[All Fields]).

La ricerca in Pedro è stata eseguita attraverso l'interfaccia di ricerca semplice utilizzando le parole chiave “Low back pain” e “ feedback” , combinandole con l'operatore booleano AND.

Anche la ricerca in PsycInfo è stata eseguita attraverso l'interfaccia di ricerca semplice, combinando le parole chiave *low back pain*, *feedback* *feedback sensory*, *biofeedback psychology*, *extrinsic feedback* con l'operatore booleano OR ed AND.

La ricerca su ScienceDirect è stata ristretta solo ad alcune riviste specifiche quali PAIN, Physiotherapist, Journal of Pain, Journal Body Work and movement therapist, Neuroscience & Biobehavioral Reviews, Manual Therapy. Tale ricerca è stata eseguita utilizzando le parole chiave *low back pain*, *feedback*, *feedback sensory*, *biofeedback psychology* combinandole con gli operatori booleani AND ed OR.

### **2.3 Criteri di inclusione ed esclusione**

Le tipologie di studio considerate nella presente revisione sono state le seguenti: RCT e studi di coorte. Sono stati posti dei limiti di ricerca nelle varie banche dati: studi in lingua inglese, fatti su umani e pubblicati dal 2005 al 2016. Di seguito la griglia dei criteri di inclusione ed esclusione degli studi.

#### **Criteri di inclusione**

- pertinenza con l'argomento di studio;
- utilizzo di qualsiasi modalità di feedback come strategia di trattamento singolo o in aggiunta a trattamento standard confrontato con altro tipo di trattamento;
- ricaduta clinica del trattamento esplicita;
- pazienti adulti (>18 anni) e con LBP (acuto, sub-acuto, cronico)

#### **Criteri di esclusione**

- articoli non rilevanti ai fini dell'indagine;
- studi inerenti la neurofisiologia e l'apprendimento motorio;
- articoli in lingua diversa dall'inglese
- abstract non disponibile;
- full-text non disponibile;
- disegno dello studio non appropriato.

### **2.4 Selezione degli studi**

La selezione degli studi è stata effettuata da un singolo ricercatore in due tempi: inizialmente sono stati inclusi gli studi attraverso un primo screening effettuato dopo la lettura di titolo e abstract, successivamente è stata indagata la presenza dei criteri di inclusione attraverso la lettura del full-text. I passaggi della selezione sono riportati in una *flow-diagram* nella sezione dei risultati.

### **2.5 Valutazione della qualità metodologica**

La qualità metodologica degli studi inclusi è stata valutata da un singolo ricercatore con la PEDro scale (Appendice 1). Per gli studi già valutati su PEDro è stato utilizzato il punteggio riportato in tale database.

Gli studi di coorte inclusi nello studio sono stati analizzati alla luce dei criteri dello STROBE Statement (Appendice 2). I punteggi ottenuti dai vari items della scala PEDro e dai criteri dello STROBE Statement sono stati riportati in apposite tabelle nella sezione dei risultati.

Inoltre, la qualità metodologica è stata considerata in modo critico nella discussione dei risultati dello studio.

## **2.6 Processo di raccolta dati**

Dagli studi inclusi sono stati estratti i dati rilevanti: caratteristiche dei partecipanti (numero, condizione), caratteristiche degli interventi (tipo di intervento, posologia), outcomes considerati (strumenti di misura, follow-up di valutazione), principali risultati e misura della validità interna (punteggio ottenuto con la scala PEDro e criteri dello STROBE Statement). I dati estratti sono stati poi riportati in modo sintetico in apposite tabelle sinottiche nei risultati dello studio.

### 3 RISULTATI

#### 3.1 Risultati della ricerca sulle banche dati

Di seguito si riportano le stringhe utilizzate per la ricerca ed i relativi risultati prodotti da esse e da sottoporre ai vari processi di screening.

| STRINGA                                                                                                                                          | BANCA DATI                                                                                                                                                           | RECORD                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| low back pain AND (feedback OR feedback sensory OR biofeedback psychology)                                                                       | MEDLINE (PUBMED)                                                                                                                                                     | 111                      |
| low back pain AND (extrinsic feedback OR feedback OR biofeedback)                                                                                | MEDLINE (PUBMED)                                                                                                                                                     | 126                      |
| low back pain AND (extrinsic feedback OR feedback OR biofeedback OR feedback sensory OR biofeedback psychology) AND outcome (pain OR disability) | MEDLINE (PUBMED)                                                                                                                                                     | 46                       |
| low back pain AND feedback                                                                                                                       | PEDro                                                                                                                                                                | 25                       |
| low back pain AND (feedback OR feedback sensory OR biofeedback psychology OR extrinsic feedback)                                                 | PsyINFO                                                                                                                                                              | 14                       |
| low back pain AND (feedback OR feedback sensory OR biofeedback psychology)                                                                       | ScienceDirect<br>*su riviste: PAIN, Physiotherapist, Journal of Pain, Journal Body Work and movement therapist, Neuroscience & Biobehavioral Reviews, Manual Therapy | 34                       |
|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                      | <b>TOTALE RECORD 356</b> |

**Tabella 3.1 – Strategie di ricerca e parole chiave utilizzate per la ostruzione delle stringhe nei database**

Il numero degli articoli esclusi e le relative motivazioni sono state inserite nella seguente tabella.

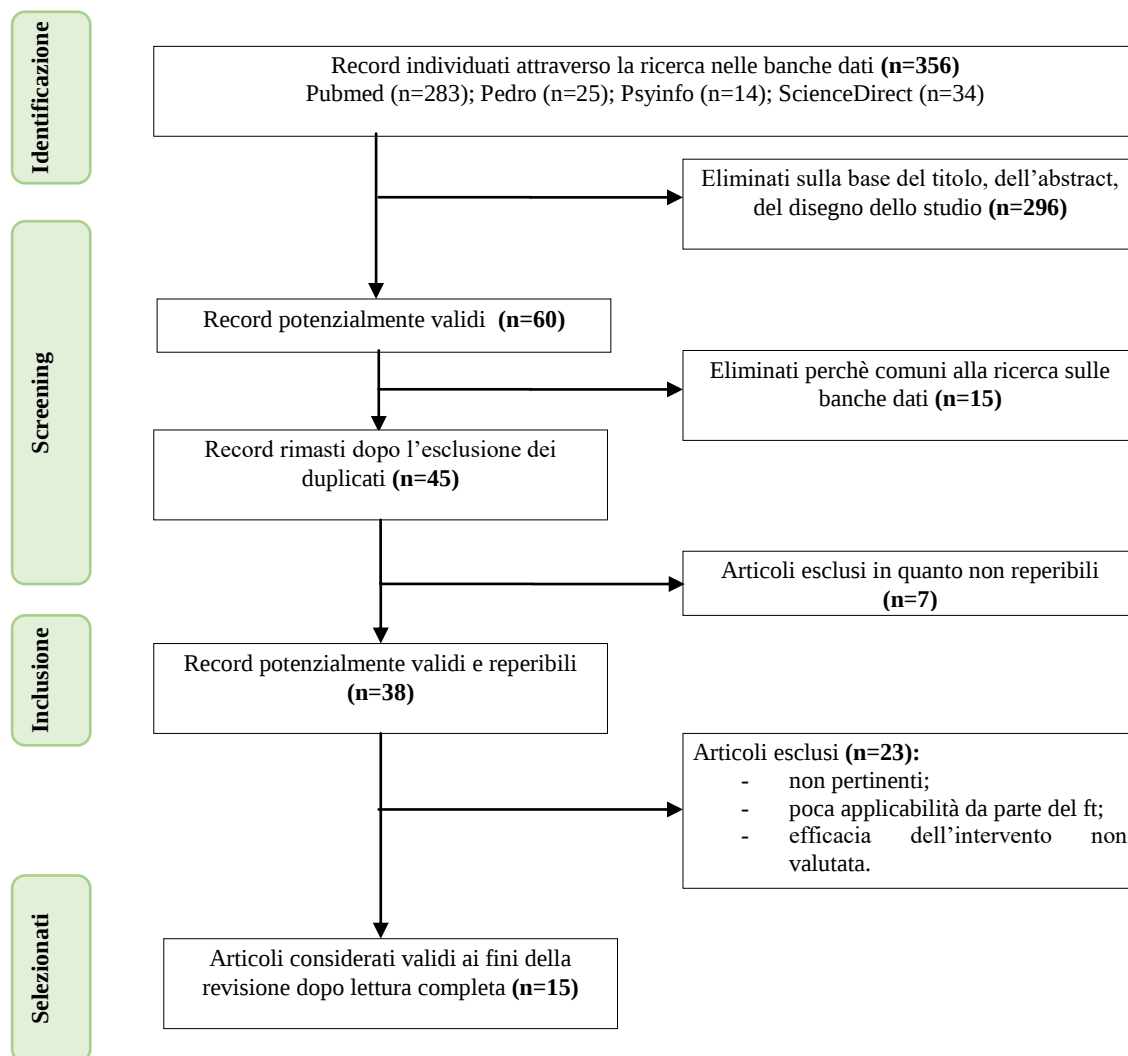
|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| Record esclusi sulla base del titolo e dell' abstract                   | 296        |
| Record duplicati e quindi esclusi                                       | 15         |
| Record esclusi per abstract non consultabile o full-text non reperibile | 7          |
| Articoli esclusi perché non pertinenti allo scopo della revisione       | 23         |
| <b>Totale esclusi</b>                                                   | <b>341</b> |

**Tabella 3.2 – Motivo di esclusione articoli**

#### 3.2 Studi selezionati

La ricerca sui principali database ha identificato un totale di 341 record. Il primo processo di screening ha selezionato 60 record sulla base di titolo ed abstract e 45 record dopo l'esclusione dei duplicati. Di questi solo 38 sono risultati reperibili. Infine solo 15 studi sono stati inclusi nella revisione con l'utilizzo dei criteri di eleggibilità e la lettura del full-text.

Nell'ultimo passaggio di inclusione 21 articoli sono stati esclusi perché non pertinenti all'argomento di studio, intervento descritto avente poca applicabilità da parte del fisioterapista, efficacia dell'intervento non valutata. I passaggi effettuati per la selezione degli articoli sono schematizzati nel *flow-diagram* seguente.



**Figura 3.1 – Flow diagram del processo di selezione degli studi**

| Primo autore, anno<br>Disegno dello studio                               | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Materiali e metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Misure di outcome e follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Pedro score       |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Teyhen et al. (2005)<sup>30</sup></b><br>Trial clinico randomizzato   | In 30 pazienti con LBP:<br>-determinare l'affidabilità dell'ecografia riabilitativa (USI) in tempo reale per l'attivazione degli addominali;<br>-descrivere in che modo la misura dell' ADIM si traduce nell'attivazione del trasverso dell'addome;<br>-determinare se il biofeedback ecografico migliora la performance a breve termine dell'ADIM nei pazienti con LBP. | I partecipanti sono stati divisi in 2 gruppi: il gruppo G1 riceveva la riabilitazione tradizionale e il gruppo G2 riceveva la riabilitazione tradizionale + biofeedback. Entrambi i gruppi hanno ricevuto una formazione iniziale e le indicazioni per gli esercizi a casa. L'allenamento per entrambi i gruppi consisteva nella contrazione per 10s degli addominali e trasverso in 3 posizioni (quadrupedica, seduti e supini). il gruppo G1 ha continuato il trattamento tradizionale e il gruppo G2 lo ha continuato con l'utilizzo del biofeedback ecografico e quindi visualizzando la contrazione al monitor. I pazienti sono stati istruiti a contrarre per 10 secondi ed eseguire ogni versione di esercizio 3 volte a seduta, due volte al giorno, per un totale di 18 ripetizioni al giorno.                                                                                            | Le misure di outcome sono state:<br>-L'ADIM per la visualizzazione/misurazione del muscolo al monitor dell'ecografia;<br>-ODI per la disabilità.<br><br>Le misurazioni sono avvenute prima del trattamento, all'inizio della seduta, dopo la seduta e al follow-up dopo 4 giorni.                                                                                        | I risultati ottenuti non evidenziano sostanziali differenze tra il gruppo G1 e il gruppo G2 .                                                                                                                                                                                                                                                    | 7/10 <sup>b</sup> |
| <b>Ferreira et al. (2007)<sup>12</sup></b><br>Trial clinico randomizzato | Confrontare l'effetto dell'esercizio generale rispetto ad esercizi di controllo motorio tramite l'utilizzo dell'ecografia riabilitativa (USI) e rispetto a terapie manipolative in 240 pazienti con CLBP                                                                                                                                                                 | I pazienti sono stati divisi in 3 gruppi: G1 (terapia generale), G2 (esercizi di controlli motorio tramite USI), G3 (terapia manipolativa). Tutti e 3 i gruppi hanno effettuato 12 sessioni di trattamento in 8 settimane. Il gruppo G1 ha effettuato esercizi a intensità crescente di educazione al movimento di rinforzo e stretching più educazione e terapia cognitiva comportamentale. Il gruppo G2 ha effettuato esercizi per il reclutamento del multifido, del trasverso dell'addome, diaframma e pavimento pelvico. Per tali esercizi di reclutamento è stato utilizzato l'ecografia riabilitativa come feedback (USI) in associazione alla terapia cognitivo comportamentale. Il gruppo 3 ha ricevuto mobilizzazioni e manipolazioni vertebrali e educazione agli esercizi a casa. La scelta delle tecniche e la posologia è stata scelta dal fisioterapista per ogni singolo paziente. | Sono stati utilizzate 2 misure di outcome primarie:<br>-PSFS per valutare la funzione;<br>-domande sulla percezione dell'effetto del trattamento.<br>E 2 misure di outcome secondarie:<br>-VAS per il dolore;<br>-RMDQ per la disabilità;<br>Gli outcome sono stati rilevati ai vari follow up: dopo 8 settimane, dopo 6 mesi e dopo 12 mesi dalla fine del trattamento. | Tutti e tre i gruppi sono migliorati dopo i 12 mesi. A breve termine G1 e G2 sono migliorati in misura maggiore nella funzione (p=0.004) e nella percezione dell'effetto del trattamento (p<0.001) rispetto a G3. Non ci sono differenze significative tra G1 e G2. Nessun miglioramento significativo in G1 e G2 rispetto a G3 a lungo termine. | 8/10 <sup>b</sup> |

| Primo autore,<br>anno<br>Disegno dello<br>studio                          | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Materiali e<br>metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Misure di<br>outcome e follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                        | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Pedro<br>score    |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Worth et al. (2007)<sup>31</sup></b><br>Trial clinico<br>randomizzato  | Questo studio ha valutato se integrare il biofeedback ecografico riabilitativo (USI) in un trattamento di 20 pazienti con LBP potesse facilitare la contrazione e la performance dei muscoli addominali laterali.                                                                                                                                                                                                         | I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi: il gruppo G1 ha ricevuto istruzioni sulla modalità di esercizio per gli addominali; il gruppo G2 oltre alle istruzioni riceveva in tempo reale il feedback visivo sul monitor ecografico. Dopo 4 giorni è stato eseguito una misurazione per verificare la ritenzione. Tre ripetizioni consecutive corrette all'interno di una sessione di 20minuti è stata definita soglia di apprendimento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Le misure di outcome utilizzate sono state: il test di ritenzione (retention test) costituito da: 10 ripetizioni di esercizio senza feedback, l'immagine ecografica, la palpazione, l'ispezione dell'addome e del bacino da in piedi. Si considerava apprendimento avvenuto con 3 prove positive su 10. | Fornendo immagini ecografiche si migliorava la prestazione a breve termine dell'esercizio sugli addominali, tuttavia i risultati del test di ritenzione ( <i>retention test</i> ) non hanno dimostrato alcuna differenza significativa tra i due gruppi.                                                                                                 | 5/10 <sup>b</sup> |
| <b>Herbert et al. (2008)<sup>7</sup></b><br>Trial clinico<br>randomizzato | Valutare l'influenza di un programma di feedback sull'apprendimento motorio e la performance del muscolo multifido attraverso l'utilizzo dell'ecografia riabilitativa (USI) in 30 partecipanti. Rilevare, inoltre, come al variare della frequenza e del tempo di erogazione del feedback ci siano dei cambiamenti nelle fasi di apprendimento motorio (acquisizione e ritenzione), in particolare del muscolo multifido. | Gruppo G1 programma di feedback variabile; gruppo G2 programma di feedback costante. Per entrambi i gruppi c'è stata una fase di formazione: due sessioni a settimana per 8 sessioni di 15 minuti in cui è avvenuto l'addestramento alla contrazione del multifido e al rilevamento di questo tramite la visualizzazione sul monitor. Il gruppo G1 (CON-GROUP) riceveva in modo costante il feedback di avvenuto o non avvenuto reclutamento; il gruppo G2 (VAR-GROUP) riceveva il feedback in ritardo dopo una serie di ripetizioni e si forniva una sintesi verbale sulla performance. La fase di ritenzione era costituita da due sessioni (1 settimana short term; 4 settimane long term) in cui si effettuavano esercizi di 2 serie da 12 ripetizioni di reclutamento. | La misura di outcome utilizzata è stata:<br>- HPAQ: per quanto riguarda le attività.                                                                                                                                                                                                                    | Nella fase di formazione: il CON-GROUP ha effettuato migliori prestazioni a breve termine (80%). Il VAR-GROUP ha effettuato prestazioni in graduale miglioramento dalla prima all'ottava settimana (p=0.002). Nella fase di ritenzione: entrambi i gruppi hanno ottenuto miglioramenti ma non arrivando ad una differenza statisticamente significativa. | 6/10 <sup>a</sup> |

| Primo autore,<br>anno<br>Disegno dello<br>studio                                | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Materiali e<br>metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Misure di<br>outcome e follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Pedro<br>score    |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Glombiewski et al. (2009)</b> <sup>32</sup><br>Trial clinico<br>randomizzato | Valutare se in 116 pazienti con CLBP l'intervento di biofeedback EMG in associazione alla terapia cognitivo-comportamentale (TCC) abbia un'influenza sull'outcome.                                                                                                                                                                                           | Sono stati divisi in 2 gruppi + 1 gruppo di controllo. Il gruppo G1 che ha effettuato la sola terapia cognitivo comportamentale (TCC); il gruppo G2 che ha effettuato la terapia cognitivo comportamentale + il biofeedback EMG. Il gruppo G3 costituiva il gruppo di controllo. Il gruppo G1-TCC: sessioni di informazione sugli aspetti del dolore; definizione degli obiettivi; rilassamento muscolare; esercizio terapeutico; tecniche di respirazione; educazione alla prevenzione di eventi acuti e alle strategie di coping. Il gruppo G2-TCC+ biofeedback: sedute di TCC con l'aggiunta del biofeedback (per il 40% del tempo di trattamento). Il biofeedback aveva come obiettivo il raggiungimento da parte del paziente dell'auto-controllo del movimento e di aumentare la consapevolezza tramite la visualizzazione su un monitor dell'attivazione e rilassamento muscolare (posizionamento di elettrodi in zone della schiena riferite dolorose e sessione dopo sessione si aumentava la difficoltà nei movimenti ricercando le posizioni più specifiche e funzionali). | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-GPQ DSF per il dolore;<br>-PDI per la disabilità;<br>-diario dei farmaci presi;<br>-HLRS per la percezione della qualità della vita;<br>-BDI per lo stato emotivo.<br>La durata del trattamento era di circa 8 mesi, 17 sedute di 1 ora ciascuna. Le misure di outcome sono state rilevate 4 mesi prima dell'inizio del trattamento, al pre-trattamento, alla fine del trattamento, al follow up dopo 6 mesi. | I risultati hanno dimostrato miglioramenti significativi nella maggior parte delle misure di outcome per i due gruppi di intervento rispetto ai controlli. Nessuna differenza statisticamente significativa a supporto dell'influenza del trattamento di biofeedback in associazione alla TCC rispetto alla sola TCC in pazienti con CLBP. | 6/10 <sup>b</sup> |
| <b>Vasseljen et al. (2010)</b> <sup>33</sup><br>Trial clinico<br>randomizzato   | Valutare i cambiamenti dei muscoli addominali profondi dopo 8 settimane di esercizi in 109 pazienti con CLBP e osservare eventuali differenze tra l'allenamento con e senza l'ecografia riabilitativa (USI) tramite ADIM. Valutare i cambiamenti nel dolore percepito e la funzione muscolare degli addominali profondi nel periodo di trattamento con ADIM. | I partecipanti sono stati randomizzati in 3 gruppi: il gruppo G1 che effettuava esercizi a basso carico con USI + feedback tattili e verbali; il gruppo G2 che effettuava esercizi ad alto carico utilizzando il <i>Record Trainer</i> ; il gruppo G3 che effettuava esercizi generici di rinforzo del tronco e arti inferiori. Tutti e tre i gruppi hanno seguito il trattamento di una seduta a settimana per 8 settimane (40/60 minuti per sessione).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-ADIM: lo spessore del muscolo al monitor (zona iperrecogena) a riposo e durante la contrazione;<br>-NRS per il dolore.<br>Le misurazioni sono state effettuate dopo la randomizzazione (pre-trattamento), e dopo il trattamento (follow-up dopo 8/10 settimane).                                                                                                                                              | Dai risultati ottenuti si evince che ci sono stati modesti cambiamenti nella funzione muscolare rispetto alla percezione del dolore.                                                                                                                                                                                                       | 6/10 <sup>b</sup> |

| Primo autore, anno<br>Disegno dello studio                                            | Obiettivi e popolazione                                                                                                                       | Materiali e metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Misure di outcome e follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Pedro score       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Kapitza et al. (2010)</b> <sup>34</sup><br>Trial clinico randomizzato doppio cieco | Valutare l'effetto del feedback respiratorio (RFB) rispetto al feedback non-contingente (placebo) nel dolore cronico di 42 pazienti con CLBP. | I partecipanti suddivisi in due gruppi: il gruppo di intervento G1 a cui è stato assegnato il feedback respiratorio (RFB); il gruppo di controllo G2 invece riceveva il feedback non-contingente (placebo). Entrambi hanno eseguito un allenamento a casa di 30 minuti per 15 giorni consecutivi con una macchina portatile RFB (costituita da un sensore di respiro legato sull'addome che rilevava le massime escursioni diaframmatiche). Tramite il sensore il segnale in respiro viene trasformato in un segnale ottico (luce rossa) e un acustico (suono del mare). Questi segnali vengono trasmessi al paziente attraverso varie intensità di colore e suono a seconda dell'intensità del respiro tramite cuffie e LED. Il gruppo di intervento ha ricevuto RFB in modo costante, ad ogni atto respiratorio, mentre il gruppo di controllo non ha ricevuto feedback, ma solo un costante segnale corrispondente ad un numero di atti respiratori (8 al minuto) e non dipendeva dal respiro del paziente ma era automatico, ad imitazione (placebo) del vero segnale di feedback (feedback non contingente). | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-RI per la misura del respiro;<br>-Pain diary per il dolore;<br>-QST per gli aspetti somatosensoriali;<br>- Symptom Check List per i sintomi autonomici;<br>-PDI per le attività e funzioni;<br>-TAS per la capacità di essere suggestionati;<br>Tutte le misure di outcome sono state indagate prima e dopo il periodo di trattamento. | I risultati hanno mostrato maggiore riduzione del dolore per il gruppo G1 rispetto al gruppo G2. Il confronto tra i due gruppi non raggiunge differenze significative. Tuttavia, i cambiamenti sono stati più importanti nel gruppo G1 RFB soprattutto per i punteggi RI e in quelli sullo stress psicologico.                                                             | 8/10 <sup>b</sup> |
| <b>Wand et al. (2012)</b> <sup>35</sup><br>Trial clinico randomizzato                 | Valutare se la visualizzazione della propria schiena in 25 pazienti con CLBP influenza i pattern di movimento dolorosi.                       | Sono stati suddivisi in 2 gruppi: il gruppo G1 usufruiva di feedback visivo durante il movimento lombare grazie a due specchi posti davanti e dietro ad ogni paziente; il gruppo G2 effettuava il movimento lombare senza alcun feedback. Il movimento consisteva per entrambi i gruppi in 10 ripetizioni di flessione, estensione, inclinazione, rotazione. Le tempistiche del movimento sono state mantenute costanti tramite un metronomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-VAS per il dolore;<br>-RMDQ per la disabilità;<br>-TKS per la chinesiofobia;<br>-Catastrophizing Scale per il grado di catastrofizzazione;<br>-Hospital Anxiety and Depression Scale per l'ansia e la depressione;<br>-Cronometro per la misurazione del tempo di permanenza del dolore provocato dal movimento.                       | Per quanto riguarda l'intensità di dolore il gruppo G1 ha raggiunto risultati migliori rispetto al gruppo G2 (MD=9.3, 95% CI 2.8-15.7 1.22; p=0.007). Per quanto riguarda il tempo di permanenza del dolore provocato dal movimento è stata raggiunta una differenza statisticamente significativa tra due gruppi a favore del gruppo che usufruiva del feedback (p=0.003) | 6/10 <sup>b</sup> |

| Primo autore, anno<br>Disegno dello studio                                         | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Materiali e metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Misure di outcome e follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Pedro score       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>França et al (2012)</b> <sup>36</sup><br>Trial clinico randomizzato             | Confrontare gli effetti di due modalità di esercizi in 30 pazienti con CLBP randomizzati in due gruppi: esercizi di stretching (ST) ed esercizi di stabilizzazione segmentale lombare (SS). Ad entrambi i gruppi si associava l'utilizzo dell'unità di pressione biofeedback (PBU) per la contrazione e training del muscolo trasverso dell'addome. | Nel gruppo che effettuava esercizi di stabilizzazione (SS) il focus era sulla contrazione selettiva del trasverso e multifido. Nel gruppo che effettuava stretching (ST) si effettuavano allungamenti passivi degli erettori spinali, hamstring, tricipite surale, tessuti connettivi.<br>Le sessioni si sono svolte due volte a settimane per 6 settimane, due volte al settimana, della durata di 30 minuti sotto supervisione di un fisioterapista.<br>Per gli esercizi di stabilizzazione e per la successiva valutazione della capacità di contrazione del trasverso si è utilizzata l'unità di pressione biofeedback (PBU), uno stabilizer collegato ad un manometro che segnala la pressione (0-200 mmHg); 2 mmHg sono i cambiamenti più piccoli che riesce a registrare il dispositivo. Il PBU veniva posto sul trasverso, appena sotto alle spine iliache anteriori ed i pazienti si posizionavano in decubito prono per effettuare gli esercizi. Tali esercizi fanno variare la pressione addominale di circa 4-10 mmHg; prima di iniziare è stato tarato a 70 mmHg. L'istruzione verbale era di schiacciare delicatamente il sensore di pressione senza spostare i segmenti limitrofe mantenere la contrazione per 10 secondi, calcolati con un cronometro. | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-VAS per il dolore;<br>-McGill questionnaire per il dolore<br>-ODI: per la disabilità;<br>-PBU: per la capacità della contrazione del trasverso in mmHg<br><br>Le misurazioni sono state effettuate prima e dopo il trattamento.                                    | I risultati dello studio dimostrano che in entrambi i gruppi ci sono stati dei significativi miglioramenti in termini di dolore e disabilità, ma solo nel gruppo che associava gli esercizi di stabilizzazione lombare al biofeedback pressorio (SS+PBU) si riscontrava un significativo miglioramento nella contrazione del trasverso. | 8/10 <sup>a</sup> |
| <b>Tan et al. (2014)</b> <sup>37</sup><br>Trial clinico randomizzato singolo cieco | Comparare il trattamento dell'ipnosi con il biofeedback SEMGAS (elettromiografia di superficie stretching-assistita) in 100 pazienti con CLBP.                                                                                                                                                                                                      | I partecipanti sono stati divisi in 4 gruppi. Il gruppo G1 effettuava 8 sessioni guidate dal terapeuta di auto-ipnosi senza indicazioni per la pratica a casa. Il gruppo G2 effettuava 8 sessioni guidate dal terapeuta di auto-ipnosi con indicazioni dettagliate per la pratica a casa. Il gruppo G3 effettuava 8 sessioni guidate di auto-ipnosi con indicazioni sommarie per la pratica a casa (ad esempio con telefonate periodiche, con messaggi di incoraggiamento). Il gruppo G4 costituiva il gruppo di controllo, il quale effettuava 8 sessioni di SEMGAS. I tre gruppi sperimentanti l'ipnosi hanno annotato quotidianamente su un diario la pratica quotidiana. Il gruppo di controllo SEMGAS ha svolto esercizi di rilassamento muscolare (paravertebrali) e spiegato loro che ciò avrebbe dovuto diminuire la tensione e il dolore.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-BPI per il dolore;<br>-PSQI per la qualità del sonno;<br>-SCHS per l'ipnosi.<br>Il follow-up è stato effettuato dopo 1 settimana e dopo 6 mesi dalla fine del trattamento.<br>La durata media del trattamento è stata di 55 ore totali, distribuite in 8 settimane | Tutti e 4 i gruppi hanno migliorato in maniera significativa la loro condizione di dolore. I gruppi sperimentali (gruppi ipnosi) hanno migliorato la loro condizione dolorosa in modo significativo rispetto al gruppo biofeedback (>30%). I miglioramenti sono stati mantenuti a 6 mesi.                                               | 7/10 <sup>a</sup> |

| Primo autore,<br>anno<br>Disegno dello<br>studio            | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                                                                                | Materiali e<br>metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Misure di<br>outcome e follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Pedro<br>score    |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Kent et al.<br/>(2015)<sup>38</sup></b><br>Studio pilota | Valutare se è possibile modificare i pattern di dolore lombopelvico in 112 pazienti con LBP acuto, sub-acuto e cronico utilizzando dei sensori di movimento/biofeedback e se ciò influenza gli outcome clinici, rispetto a un trattamento standard (Linee Guida)e rispetto al placebo. | I partecipanti sono stati divisi in 2 gruppi. Il gruppo G1 riceveva il trattamento sperimentale di biofeedback + Linee Guida. Il gruppo G2 effettuava il trattamento standard delle Linee Guida + placebo. Il trattamento del gruppo sperimentale G1 prevedeva che i pazienti indossassero un sistema di movimento Vi-Move per 10 ore, durante le loro ADL e durante il trattamento (che si atteneva alle linee guida). Su ogni singolo paziente venivano applicati: 2 sensori di movimento wireless su sacro e TLJ (per la misura dei movimenti 3D, della velocità, dell'accelerazione); 2 sensori di EMG di superficie (per l'attivazione dei muscoli paravertebrali); 1 dispositivo wireless di registrazione (per il rilevamento dei momenti di dolore acuto, era attivabile dal paziente e consentiva a posteriori di osservare i vari parametri di movimento); una funzione audio o vibratoria per avvisi programmati. I pazienti sono stati istruiti a modificare le loro strategie di movimento in tempo reale grazie alla presenza di un monitor e ai feedback sonori o vibratori erogati ogni volta che eccedevano con posizioni prolungate o posture e movimenti scorretti. Inoltre a seconda del movimento doloroso, per ogni singolo paziente il ViMove è stato programmato affinché si ripristinassero gli specifici movimenti difficili/dolorosi. Il gruppo G2 seguiva le LG, indossando il ViMove ma senza ricevere il biofeedback (placebo). | Le misure di outcome primarie utilizzate sono state:<br>-VAS per il dolore;<br>-RMDQ per la disabilità;<br>-PSFS per le funzioni.<br>Le misure di outcome secondarie utilizzate sono state:<br>-diario quotidiano;<br>-FABQ per la paura del movimento;<br>-PGIC per la percezione del cambiamento.<br>Il trattamento per entrambi i gruppi è stato di 6/8 sessioni distribuite il 10 settimane.<br>Le misurazioni sono avvenute prima del trattamento e alle settimane 1-2-3-6-8-10 di trattamento; il follow-up c'è stato dopo 12, 26 e 52 mesi dalla fine del trattamento (questionari postali). | Negli outcome primari si è evidenziato un miglioramento maggiore nel gruppo G1 che usufruiva del biofeedback ( $p < 0,001$ ) sia durante le settimane di trattamento che nei successivi follow-up.<br><br>L'effetto del trattamento: RMDQ -7.1 (95% CI-12.6, -1.6), PSFS -10.3 (-16.6, -3.9), QVAS -7.7 (-13.0; -2.4); e la differenza tra i due gruppi nel tempo (per 100 giorni): RMDQ -3.5 (-5.2, -2.2), PSFS -4.7 (-7.0, -2.5), QVAS -4.8 (-6.1; -3.5), $p < 0.001$ .<br><br>Mentre a 12 mesi : RMDQ 2,4 (95% CI 1.5, 4.1), PSFS 2.5 (1.5, 4.0), QVAS 3,3 (1,8; 5,9). | 5/10 <sup>b</sup> |

| Primo autore,<br>anno<br>Disegno dello<br>studio                            | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Materiali e<br>metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Misure di<br>outcome e<br>follow-up                                                                                                                                                                                      | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | STROBE |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Magnusson et al. (2008)</b> <sup>39</sup><br>Studio di corte prospettico | Valutare l'effetto di un programma di biofeedback come training di prevenzione secondaria in 46 pazienti con CLBP. In particolare:<br>-valutare l'effetto del biofeedback sull'apprendimento motorio;<br>-confrontare gli outcome di un programma di riabilitazione convenzionale + biofeedback rispetto alla riabilitazione convenzionale;<br>-valutare l'efficacia del feedback ripetuto nell'apprendimento motorio a lungo termine. | I 46 partecipanti sono stati suddivisi in: gruppo standard G1 e gruppo standard + biofeedback G2. Entrambi i gruppi sono stati istruiti a muoversi solo nei movimenti a loro confortevoli. Il gruppo G1 effettuava 5 sessioni di un'ora a settimana per 6 settimane consecutive (programma basata su LG generali, esercizi di rinforzo e stabilizzazione + stimolo all'attività fisica e stile di vita sano). Il gruppo G2 effettuava 10 sessioni di 45 minuti 2 settimana a settimane tramite l'utilizzo di biofeedback training, ovvero tramite un programma di <i>targeting section of the back-works software</i> , ovvero uno strumento ( <i>back tacker</i> ) un elettrogoniometro che si posiziona ad livello della schiena ed è collegato ad un PC. Attraverso ciò il paziente visualizza i movimenti e li modula a seconda del target; le attività erano a difficoltà crescenti (aumentando tempo, accuratezza, ROM richiesto). Sono state erogate 3 forme diverse di feedback: visivo (osservare il target sullo schermo), uditivo attraverso tre toni diversi a seconda della performance fatta, correzione della prova (spiegazione degli errori commessi e difficoltà). | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-VAS per il dolore;<br>-SF-36 (short) per lo stato di salute generale;<br>-ROM per l'articolarià.<br>Il follow-up è avvenuto a 6 settimane e successivamente dopo 6 mesi. | Per quanto riguarda il dolore e lo stato di salute generale si osserva un miglioramento dopo le 6 settimane e mantenuto a 6 mesi relativamente al gruppo G2. Per quanto riguarda il ROM si osserva un miglioramento significativo a 6 settimane nel gruppo G2, più precisamente nell'estensione ( $p<0.043$ ), rotazione ( $p<0.028$ ), nell'estensione 3D ( $p<0.028$ ); tali miglioramenti sono stati mantenuti a 6 mesi. Risultati statisticamente significativi solo a breve termine (6 settimane) per il gruppo G1: rotazioni ( $p<0.043$ ), estensione 3D ( $p<0.043$ ) | 15/22  |
| <b>Neblett et al. (2010)</b> <sup>40</sup><br>Studio di coorte              | Valutare il contributo di un elettromiografia di superficie-stretching assistita (SEMGAS) come protocollo di biofeedback all'interno di un programma di recupero funzionale in 140 soggetti con CLBP (con assenza di <i>flexion relaxation phenomenon</i> ) durante la massima flessione volontaria.                                                                                                                                   | Il gruppo G1 (pazienti con CLBP) effettuava rieducazione funzionale più l'utilizzo di SEMGAS; il gruppo G2 (pazienti con CLBP) effettuava rieducazione funzionale; il gruppo G3 era composto da partecipanti sani (gruppo di controllo). Entrambi i gruppi di pazienti con CLBP sono stati confrontati con il gruppo di controllo attraverso i parametri risultati dalla massima flessione volontaria. Trattamento di 160/240 ore, divise in 2/5 volte a settimana. Procedura SEMGAS, prevedeva il posizionamento di elettrodi elettromiografici sui muscoli paravertebrali:<br>- istruzione al paziente dei grafici di sul monitor;<br>- terapia cognitivo comportamentale (anatomia, processi di dolore);<br>- esecuzione di prove pratiche al fine di illustrare il corretto rilassamento muscolare sotto i 3.5 mV;<br>- rivalutazione alla sessione successiva.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Le misure di outcome utilizzate:<br>-ROM per l'articolarià;<br>-Forza muscolare;<br>-Test cardiovascolari di resistenza.                                                                                                 | Ci sono stati miglioramenti significativi in tutte le misure di outcome (ROM lombare, ROM pelvico e massima flessione volontaria tramite SEMGAS) per entrambi i gruppi; una differenza statisticamente significativa si è riscontrata nella percentuale di pazienti che ha raggiunto la MFV $>3,5 \mu V$ del gruppo SEMGAS rispetto alla fisioterapia standard, ciò è stato mantenuto anche nel tempo.                                                                                                                                                                        | 12/22  |

| Primo autore,<br>anno<br>Disegno dello<br>studio                            | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                                                             | Materiali e<br>metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Misure di<br>outcome e<br>follow-up                                                                                                                                                             | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | STROBE |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Dekker et al. (2012)<sup>41</sup></b><br>Studio di coorte<br>prospettico | Valutare se a breve termine 16 pazienti con CLBP rispondono positivamente a feedback visivi modificando i pattern motori alterati durante le loro attività, e se questi cambiamenti nelle risposte sono legati a livelli di dolore. | Hanno fatto parte dello studio 16 pazienti con CLBP e 52 controlli sani selezionati da una banca dati. I pazienti con CLBP indossavano una Body Area Network (BAN) che consiste in una serie di sensori di movimento/ accelerometri 3D Mt-x e Digital Personal Assistant per la misura delle ADL. Hanno portato tale strumento per un massimo di 14 ore al giorno. Il feedback erogato dal BAN poteva essere visivo in tempo reale e/o personalizzato tempo-dipendente.<br>- feedback visivo in tempo reale: i soggetti venivano istruiti a guardare la linea che il dispositivo rappresentava come riferimento (prodotta da una media di valori standard in soggetti sani) al fine di "correggere" in tempo reale le loro performance durante le ADL. Le attività erano suddivise il alto, moderato e basso livello;<br>- feedback personalizzato tempo-dipendente: generato da PDA ad un tempo prestabilito, ed era dato dalla differenza tra attività del paziente e valore di riferimento. Il feedback consisteva in una percentuale numerica dell'errore dell'attività del paziente rispetto allo standard e ciò permetteva la successiva correzione. Erano dei messaggi incoraggianti se l'attività era <10%, scoraggianti se era >10%. | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br>-VAS per il dolore;<br>-RDMQ per la disabilità;<br>-BAN (livello di attività);<br>-SoC per la motivazione dei soggetti a cambiare comportamento. | Sono stati considerati per l'analisi 517 messaggi di feedback. Coloro che hanno ricevuto feedback scoraggianti hanno diminuito in una settimana il loro livello di attività. Al contrario coloro che hanno ricevuto feedback incoraggianti hanno aumentato significativamente il livello di attività ( $p < 0,049$ ). A livello individuale il 75% dei pazienti ha risposto positivamente ai feedback erogati, il 25% no. Le risposte ai messaggi di feedback erogati al mattino sono state più alte rispetto a quelle erogate durante gli altri momenti della giornata ( $p < 0,048$ ). Risulta esserci una debole ma significativa relazione tra fornitura del feedback e diminuzione dei livelli di dolore percepito. | 12/22  |

| Primo autore, anno<br>Disegno dello studio                | Obiettivi e popolazione                                                                                                                                                                  | Materiali e metodi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Misure di outcome e follow-up                                                                                                         | Principali risultati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | STROBE |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Pagè et al (2015)<sup>42</sup></b><br>Studio di coorte | L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare i cambiamenti nelle risposte neuromeccaniche e negli outcome clinici in 21 pazienti con CLBP dopo 4 sessioni di biofeedback EMG. | Ventuno partecipanti hanno preso parte ad un programma costituito da 4 sessioni di elettromiografia biofeedback volto a ridurre l'attività muscolare dei paraspinali iperattivi a livello lombare durante flessione completa del tronco. Le sessioni consistevano in 46 flessioni ed estensioni del tronco suddivise in 5 blocchi. | Le misure di outcome utilizzate sono state:<br><br>-NRS per il dolore;<br>-ODI per la disabilità;<br>-TSK per la paura nel movimento. | E' stato osservato un significativo aumento della massima flessione volontaria del tronco principalmente tra le prime due sessioni (p=, 0,001).<br>Tuttavia, non è stato osservato alcun significativo tra le varie sessioni. Tra i risultati clinici, solo la paura di movimento era notevolmente diminuita rispetto alla baseline la paura nel movimento. Non c'era alcuna correlazione significativa tra i risultati clinici e le variabili neuromeccaniche. | 18/22  |

USI = ultrasound imaging; ADIM = abdominal drawing in maneuver; ODI = Oswestry Disability Index; PSFS = Patient Specific Functional Scale; VAS = Visual Analogic Scale; RMDQ = Roland Morris Disability Questionnaire; HPAQ = Habitual Physical Activity Questionnaire; SEMG = elettromiografia di superficie; GPQ DSF = German Pain Questionnaire DFS; PDI = Pain Disability Index; HRLS = Health Related Life Satisfaction; BDI = Back Depression Inventory; NRS = Numerical Rating Scale; RI = Respiration Index; QST = Quantitative Sensory Testing; TAS = Tallegen Absorption Scale; TSK = Tampa Scale of Kinesiophobia; CS = Catastrophizing Scale; FABQ = Fear Avoidance Beliefs Questionnaire; BPI= Brief Pain Inventory; PSQI= Pittsburgh Sleep Quality Index; SCHS = Stanford Clinical Hypnotizability Scale; PGIC = Patient Global Impression Change; SF-36= Short Form 36; SoC = Stage of Change;

n/10<sup>a</sup>: punteggio PEDro assegnato dall'autore;

n/10<sup>b</sup>:punteggio PEDro riportato da [www.pedro.org.au](http://www.pedro.org.au).

n/22: punteggio STROBE Statement assegnato dall'autore

### 3.3 Modalità di erogazione del feedback, setting di intervento

La prima importante differenziazione che emerge dagli studi inclusi in questa revisione è la diversa modalità di erogazione del feedback.

Sono 5 gli studi che hanno analizzato l'efficacia della contrazione e del rilassamento muscolare in un monitor tramite una sonda ecografica riabilitativa (RUSI *ultrasound imaging in real-time*)<sup>7,12,30,31,33</sup>; altri 4 lavori hanno utilizzato l'elettromiografia di superficie (SEMG) per il rilevamento del movimento globale e/o di specifici gruppi muscolari<sup>32,37,38,40</sup>, uno studio ha indagato le possibilità di utilizzo dell'elettrogoniometro<sup>39</sup> mentre 2 hanno approfondito l'applicabilità dei sensori di movimento 3D collegati a dispositivi wireless o bluetooth<sup>38,41</sup>. L'efficacia del biofeedback pressorio (PBU *pressure biofeedback unit*) è stata osservata invece in un solo lavoro incluso in questa revisione<sup>36</sup> come anche la possibilità di visualizzare il movimento e il proprio corpo durante il trattamento (*mirror visual feedback*)<sup>35</sup>.

Nella maggior parte degli studi i trattamenti riabilitativi sono stati erogati in ambiente ambulatoriale durante le singole sessioni di fisioterapia, solo in 2 casi invece è stato somministrato feedback durante la giornata, al fine di correggere in tempo reale e tramite la misura dell'errore le posture o posizioni sbagliate durante le ADL dei pazienti coinvolti<sup>38,41</sup>.

Negli studi selezionati il trattamento riabilitativo con l'aggiunta di feedback estrinseco viene condotto prevalentemente da fisioterapisti specializzati<sup>30,36,39,40</sup>. Tuttavia anche medici hanno coordinato alcune sedute, dato il frequente utilizzo di specifiche sonde ecografiche<sup>12</sup>. I trattamenti e i successivi follow-up sono stati effettuati mediante incontri individuali.

### 3.4 Sessioni di formazione pre-trattamento

In 3 degli studi inclusi è stata fatta una vera e propria sessione di formazione del paziente alla contrazione muscolare selettiva<sup>7</sup>, all'utilizzo di apparecchiature specifiche e al successivo rilevamento dei segnali attraverso i monitor<sup>34,39</sup>. In un altro studio è stato invece necessario proporre ai pazienti un training completo e specifico sull'utilizzo, per l'intera giornata, di un sistema di movimento 3D<sup>38</sup>. Brevi e sommarie indicazioni sul funzionamento del biofeedback ecografico sono state fornite nei 3 studi di Teyhen<sup>30</sup>, França<sup>36</sup>, Page<sup>42</sup> ed i rispettivi collaboratori. Nello studio di Vasseljen et al<sup>33</sup> il gruppo che ha effettuato la riabilitazione con biofeedback ecografico ha usufruito della guida costante di un fisioterapista esperto nonché anche della possibilità di effettuare momento di training monitorato per gli esercizi a domicilio. Negli altri studi non è stato meglio specificato alcun momento di formazione iniziale.

### 3.5 Biofeedback fisiologico – neuromuscolare

#### – Feedback ecografico riabilitativo

Un totale di 5 studi inclusi in questa revisione si è occupato di analizzare e valutare in che modo l'utilizzo di biofeedback ecografico riabilitativo (RUSI – *ultrasound imaging in real-time*) possa influenzare gli outcome: se modifica lo spessore e la performance del muscolo trasverso e se i risultati sono rilevanti per la stabilità lombare in soggetti con LBP<sup>7,12,30, 33,31</sup>.

In 3 di questi lavori non sono stati raggiunti risultati significativi a lungo termine a favore dell'efficacia del biofeedback ecografico, ma una debole positività è stata riscontrata nel breve periodo per quanto riguarda la facilitazione degli esercizi per il controllo motorio<sup>12</sup> e per l'aumento della capacità di contrarre selettivamente il trasverso<sup>30,31</sup>.

Discostandosi dagli obiettivi dei precedenti studi, l'analisi di Herbert et al<sup>7</sup> ha avuto come focus principale la frequenza di erogazione del feedback, ottenendo come risultato la maggiore utilità di un feedback variabile e non erogato costantemente per tutta la durata del trattamento: risultati osservabili però solo a breve termine.

Non in linea con gli studi suddetti risulta essere il lavoro di Vasseljen et al<sup>33</sup>; i quali dimostrano che anche per il lungo periodo è stata mantenuta una percezione minore del dolore ed ha continuato ad esserci il progressivo ritorno alle attività.

#### – Feedback elettromiografico (EMG)

Sono 4 gli studi inclusi in questa revisione che si sono occupati di valutare l'efficacia dell'EMG di superficie come biofeedback nel trattamento riabilitativo di pazienti con LBP. In particolare l'EMG è stata associata alla terapia cognitivo-comportamentale (TCC)<sup>32</sup>, confrontata a sedute di auto-ipnosi<sup>37</sup>; è stato inoltre osservata la sua efficacia nei cambiamenti nella massima flessione volontaria (MFV)<sup>40,42</sup> ed anche sulla diminuzione della paura al movimento<sup>42</sup>.

I risultati hanno dimostrato una differenza significativa dei due gruppi di intervento rispetto ai controlli nelle principali misure di outcome, ma il biofeedback EMG associato alla TCC rispetto alla sola TCC non migliorava significativamente i valori<sup>32</sup>.

Inoltre, seppur ci siano state consistenti prove a favore dell'auto-ipnosi rispetto al trattamento con il biofeedback EMG, sono emersi solidi link tra biofeedback EMG e ipnosi, in quanto costituiti da elementi simili, quali il focus sulla risposta al rilassamento muscolare e i meccanismi di autosuggestione<sup>37</sup>.

Dai risultati dello studio di Pagé et al<sup>42</sup>, in accordo con Neblett et al<sup>40</sup> si evince inoltre che il rilassamento dell'attività muscolare lombare, ottenuto grazie al biofeedback EMG, possa incidere sull'aumento della massima flessione volontaria (MFV) nonché sulla velocità di normalizzazione del *flexion relaxation phenomenon*; e sebbene disabilità e dolore non

risultavano essere cambiati, era però diminuita la paura nell'effettuare i movimenti lombari<sup>42</sup>. Tale risultato ha portato a considerare l'utilizzo del biofeedback EMG come valido supporto all'interno delle sessioni di trattamento del LBP, al fine di modulare il comportamento del paziente rispetto al movimento e alle credenze sbagliate nei confronti del mal di schiena<sup>42</sup>.

### **3.6 Biofeedback fisiologico – respiratorio**

#### **– Feedback respiratorio**

L'unico studio incluso nella revisione che indaga le possibilità cliniche del biofeedback respiratorio (RFB) è quello realizzato da Kapitza et al<sup>34</sup> i quali hanno confrontato il RFB e il placebo RFB in pazienti con CLBP. Sono stati riscontrati risultati statisticamente significativi nella riduzione del livello di dolore sia a riposo che durante le attività solo a breve termine. Analizzando a fondo i risultati si evince che la tecnica di biofeedback respiratorio esercita il suo effetto in maniera aspecifica e che, rispetto al placebo, ha una buona influenza sulla sensibilità meccanica e termica nonché sulla capacità di aumentare la consapevolezza del proprio corpo tant'è che può essere considerato un utile coadiuvante al trattamento multimodale del CLBP, soprattutto se i livelli dell'intensità di dolore percepiti sono da bassi a moderati.

### **3.7 Biofeedback biomeccanico – movimento, controllo posturale, forza**

#### **– Sensori di movimento inerziali**

In 2 studi inclusi in questa revisione è stato analizzato l'utilizzo clinico del biofeedback a sensori di movimento 3D attraverso il confronto con il placebo o con le Linee guida<sup>38</sup> oppure semplicemente osservandone l'effetto nei cambiamenti dei pattern di movimento disfunzionali sia in termini di dolore che di disabilità<sup>41</sup>. Dai risultati emergono prove efficaci che il cambiamento nelle disfunzioni di movimento ottenuto utilizzando il biofeedback a sensori riduce il dolore e aumenta i livelli di attività rispetto alle sole Linee Guida o al placebo, anche a lungo termine<sup>38</sup>. E' emerso inoltre come l'utilizzo di questa nuova tecnologia possa fornire una buona precisione e specificità nella correzione dei gesti e posture quotidiane<sup>41</sup>; proprio perché applicato alle attività della vita quotidiana ciò permette un certo grado di apprendimento motorio<sup>38</sup>. Quello che di interessante è emerso dallo studio di coorte di Dekker et al<sup>41</sup> è come l'utilizzo di feedback personalizzati possa avere un'influenza positiva sulla carica motivazionale e partecipativa del paziente; inoltre, proprio per queste caratteristiche tale modalità di erogazione del feedback è risultata essere utile al fine di

stimolare e incoraggiare all'attività determinati pazienti o, al contrario, suggerire il riposo o l'attività moderata ad altri.

#### **– Elettrogoniometro**

Solo lo studio di coorte di Magnusson et al<sup>39</sup> ha indagato l'utilizzo del biofeedback ad elettrogoniometro. Dai risultati emerge una riduzione statisticamente rilevante per quanto riguarda il dolore oltre che un miglioramento del ROM e dello stato di salute generale, sia nel breve che nel lungo periodo. Caratteristica importante è che in questo studio il feedback, erogato attraverso la forma visiva, uditiva e di precisazione dell'errore, stimolando movimenti funzionali e facilmente sovrapponibili alla vita quotidiana, agiva in maniera positiva sulla riorganizzazione del controllo motorio.

#### **– Unità di pressione biofeedback**

Un unico studio, quello di França et al<sup>36</sup> si è occupato di valutare l'efficacia dell'unità di pressione biofeedback (PBU) associata ad esercizi di stretching (ST) o ad esercizi di stabilizzazione segmentale lombare (SS). In entrambi i gruppi ci sono stati dei significativi miglioramenti in termini di dolore e disabilità, ma solo nel gruppo che associava gli esercizi di stabilizzazione lombare al biofeedback pressorio (SS+PBU) si riscontrava anche un significativo miglioramento nella contrazione del trasverso.

### **3.8 Mirror visual feedback (MVF)**

Solo lo studio di Wand et al<sup>35</sup> ha indagato il Mirror Visual Feedback (MVF): attraverso l'utilizzo di due specchi posti davanti e dietro si favoriva la costante visualizzazione del movimento. Dai risultati di questo lavoro emerge l'utilità di fornire una diretta visualizzazione del proprio corpo e del movimento effettuato (MVF): a breve termine, infatti, era diminuita la percezione dell'intensità di dolore e il tempo di permanenza di questo provocato dal movimento.

### **3.9 Caratteristiche di contenuto, tempistica e frequenza del feedback**

Degli studi inclusi 10 hanno indagato il contenuto parametrico (Tabella 3.3) del feedback<sup>7,12,30,31,33,34,36,37,40,42</sup> e 5 quello programmatico<sup>32,35,38,39,41</sup>; 7 studi hanno ammesso un tetto massimo di errore accettabile durante le prove<sup>34,36,38,39,40,41,42</sup> e 5 hanno scelto l'utilizzo del focus attentivo esterno<sup>35,38,39,40,41</sup>. Per quanto riguarda invece le caratteristiche della tempistica (Tabella 3.4), 11 studi hanno utilizzato il feedback concomitante alla prova e di questi, 6 fornivano anche la precisazione a termine di ogni prova<sup>7,31,34,39,40</sup>; solo 2 studi hanno utilizzato il feedback ritardato dopo un numero variabile di esercizi o attività<sup>38,41</sup>; 13 studi

fornivano feedback a frequenza costante ma solo 2 in maniera ridotta<sup>7,38</sup> e in un solo studio la frequenza era autocontrollata dal paziente<sup>35</sup>.

| Autore                                  | Tipo di feedback                                | Feedback programmatico | Feedback parametrico | Feedback sommario | Bandwidth (errore ammesso) | Focus attentivo |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|
| Teyhen et al. (2005) <sup>30</sup>      | visivo (USI)                                    | no                     | si                   | no                | no                         | /               |
| Ferreira et al. (2007) <sup>12</sup>    | visivo (USI)                                    | no                     | si                   | no                | no                         | /               |
| Worth et al. (2007) <sup>31</sup>       | visivo (USI)                                    | no                     | si                   | no                | no                         | /               |
| Herbert et al. (2008) <sup>7</sup>      | visivo, verbale (USI)                           | no                     | si                   | si (V)            | no                         | /               |
| Glombiewski et al. (2009) <sup>32</sup> | visivo(EMG)                                     | si                     | no                   | no                | no                         | /               |
| Vasseljen et al. (2010) <sup>33</sup>   | visivo (USI)                                    | no                     | si                   | no                | no                         | /               |
| Kapitza et al. (2010) <sup>34</sup>     | visivo/audio/tattile (RFB)                      | no                     | si                   | no                | si                         | /               |
| Wand et al. (2012) <sup>35</sup>        | visivo (MVF)                                    | si                     | no                   | no                | no                         | esterno         |
| França et al. (2012) <sup>36</sup>      | tattile/visivo (PBU)                            | no                     | si                   | no                | si                         | /               |
| Tan et al. (2014) <sup>37</sup>         | visivo/tattile (EMG)                            | no                     | si                   | no                | no                         | /               |
| Kent et al. (2015) <sup>38</sup>        | visivo/audio/ vibrazione (sensori di movimento) | si                     | si                   | no                | si                         | esterno         |
| Magnusson et al. (2008) <sup>39</sup>   | Visivo/audio/q.tà errore (elettrogoniometro)    | si                     | si                   | si                | si                         | esterno         |
| Neblett et al. (2010) <sup>40</sup>     | visivo/verbale/tattile (EMG)                    | no                     | si                   | no                | si                         | esterno         |
| Dekker et al. (2012) <sup>41</sup>      | visivo/ q.tà errore (sensori di movimento)      | si                     | no                   | no                | si                         | esterno         |
| Pagé et al. (2015) <sup>42</sup>        | visivo(EMG)                                     | no                     | si                   | no                | si                         | /               |

**Tabella 3.3 – Caratteristiche del contenuto del feedback negli studi inclusi**

| Autore                                  | Tipo di feedback                             | Concomitante | Terminale |           | Frequenza |         |                 |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------|
|                                         |                                              |              | Immediato | Ritardato | Costante  | Ridotta | Autocontrollata |
| Teyhen et al. (2005) <sup>30</sup>      | visivo (USI)                                 | si           | no        | no        | si        | no      | no              |
| Ferreira et al. (2007) <sup>12</sup>    | visivo (USI)                                 | si           | no        | no        | si        | no      | no              |
| Worth et al. (2007) <sup>31</sup>       | visivo (USI)                                 | no           | si        | no        | si        | no      | no              |
| Herbert et al. (2008) <sup>7</sup>      | visivo, verbale (USI)                        | si (C)       | si (V)    | si (V)    | si(C)     | si (V)  | no              |
| Glombiewski et al. (2009) <sup>32</sup> | visivo(EMG)                                  | si           | no        | no        | si        | no      | no              |
| Vasseljen et al. (2010) <sup>33</sup>   | visivo (USI)                                 | si           | no        | no        | no        | no      | no              |
| Kapitza et al. (2010) <sup>34</sup>     | visivo/audio/tattile (RFB)                   | no           | si        | no        | si        | no      | no              |
| Wand et al. (2012) <sup>35</sup>        | visivo (MVF)                                 | si           | no        | no        | si        | no      | si              |
| França et al. (2012) <sup>36</sup>      | tattile/visivo (PBU)                         | si           | no        | no        | si        | no      | no              |
| Tan et al. (2014) <sup>37</sup>         | visivo/tattile (EMG)                         | si           | no        | no        | si        | no      | no              |
| Kent et al. (2015) <sup>38</sup>        | visivo/audio/ vibraz. (sensori di movimento) | si           | no        | si        | si        | si      | no              |
| Magnusson et al. (2008) <sup>39</sup>   | Visivo/audio/q.tà errore (elettrogoniometro) | si           | si        | no        | si        | no      | no              |
| Neblett et al. (2010) <sup>40</sup>     | visivo/verbale/tattile (EMG)                 | si           | si        | no        | si        | no      | no              |
| Dekker et al. (2012) <sup>41</sup>      | visivo/ q.tà errore (sensori di movimento)   | no           | no        | si        | si        | no      | no              |
| Pagé et al. (2015) <sup>42</sup>        | visivo(EMG)                                  | si           | no        | no        | si        | no      | no              |

**Tabella 3.4 - Caratteristiche della tempistica del feedback negli studi inclusi**

### 3.10 Qualità metodologica degli studi

Il punteggio medio alla scala PEDro ottenuto dal totale degli 11 Trial Clinici Randomizzati inclusi è stato 6,5/10. La distribuzione dei punteggi nei vari items della scala PEDro ottenuti dai singoli studi è indicata nella tabella seguente (Tabella 3.5).

Successivamente, per i 4 studi di coorte inclusi in questa revisione, si riporta l'analisi secondo i criteri dello STROBE Statement (Tabella 3.6) la cui media dei punteggi è 14,8/22.

| <b>Autore, anno</b>                     | <b>1*</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>TOT</b> |
|-----------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Teyhen et al. (2005) <sup>30</sup>      | X         | x        | x        | x        |          |          |          | x        | x        | x         | x         | 7/10       |
| Ferreira et al. (2007) <sup>12</sup>    | X         | x        |          | x        | x        |          | x        | x        | x        | x         | x         | 8/10       |
| Worth et al. (2007) <sup>31</sup>       | X         | x        | x        |          | x        |          |          | x        |          | x         |           | 5/10       |
| Herbert et al. (2008) <sup>7</sup>      | X         | x        | x        |          |          |          | x        | x        |          | x         | x         | 6/10       |
| Glombiewski et al. (2009) <sup>32</sup> | X         | x        | x        |          |          |          |          | x        | x        | x         | x         | 6/10       |
| Vassaljen et al. (2010) <sup>33</sup>   | X         | x        | x        | x        |          |          |          | x        |          | x         | x         | 6/10       |
| Kapitza et al. (2010) <sup>34</sup>     | X         | x        | x        | x        | x        | x        |          | x        |          | x         | x         | 8/10       |
| Wand et al. (2012) <sup>35</sup>        | X         | x        | x        |          | x        |          |          | x        |          | x         | x         | 6/10       |
| França et al. (2012) <sup>36</sup>      | X         | x        | x        | x        |          | x        | x        | x        |          | x         | x         | 8/10       |
| Tan et al. (2014) <sup>37</sup>         | X         | x        | x        | x        |          |          | x        | x        |          | x         | x         | 7/10       |
| Kent et al. (2015) <sup>38</sup>        | X         | x        |          |          |          |          | x        |          | x        | x         | x         | 5/10       |

**Tabella 3.5 – Valutazione qualitativa degli RCT tramite la Scala PEDro**

1.Presenza di criteri di eleggibilità \*

2.Assegnazione pazienti casuale (random)

3.Assegnazione in cieco dei pazienti

4. Caratteristiche simili alla baseline

5. Pazienti ricevono il trattamento in cieco

6. Terapisti erogano il trattamento in cieco

7.Chi ha registrato l’outcome era in cieco

8. Misure di outcome adeguate

9. Utilizzo di “intention to treat” nell’analisi dei dati

10.Comparazione statistica tra gruppi

11.Misura dell’effetto

\*Indica che il primo item della scala Pedro non concorre al punteggio totale

| ITEM |    |      | Magnusson<br>et al.<br>(2008) <sup>39</sup> | Neblett<br>et al.<br>(2010) <sup>40</sup> | Dekker<br>et al.<br>(2012) <sup>41</sup> | Pagé<br>et al.<br>(2015) <sup>42</sup> |
|------|----|------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1    | a) | 0,5  | S                                           | N                                         | N                                        | S                                      |
|      | b) | 0,5  | S                                           | S                                         | N                                        | S                                      |
| 2)   |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 3)   |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 4)   |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 5)   |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 6    | a) | 0,5  | S                                           | N                                         | S                                        | S                                      |
|      | b) | 0,5  | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 7)   |    | 1    | N                                           | S                                         | N                                        | S                                      |
| 8)   |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 9)   |    | 1    | S                                           | S                                         | N                                        | S                                      |
| 10)  |    | 1    | N                                           | N                                         | N                                        | S                                      |
| 11)  |    | 1    | S                                           | N                                         | S                                        | S                                      |
| 12   | a) | 0,2  | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
|      | b) | 0,2  | N                                           | S                                         | S                                        | N                                      |
|      | c) | 0,2  | N                                           | N                                         | N                                        | N                                      |
|      | d) | 0,2  | N                                           | N                                         | N                                        | N                                      |
|      | e) | 0,2  | N                                           | N                                         | N                                        | N                                      |
| 13   | a) | 0,33 | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
|      | b) | 0,33 | N                                           | N                                         | S                                        | N                                      |
|      | c) | 0,33 | N                                           | N                                         | N                                        | N                                      |
| 14   | a) | 0,33 | S                                           | N                                         | S                                        | S                                      |
|      | b) | 0,33 | N                                           | N                                         | N                                        | N                                      |
|      | c) | 0,33 | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 15)  |    | 1    | S                                           | N                                         | N                                        | S                                      |
| 16   | a) | 0,33 | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
|      | b) | 0,33 | N                                           | N                                         | N                                        | S                                      |
|      | c) | 0,33 | N                                           | S                                         | S                                        | N                                      |
| 17)  |    | 1    | N                                           | S                                         | N                                        | N                                      |
| 18)  |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 19)  |    | 1    | S                                           | N                                         | S                                        | S                                      |
| 20)  |    | 1    | S                                           | S                                         | S                                        | S                                      |
| 21)  |    | 1    | S                                           | N                                         | N                                        | S                                      |
| 22)  |    | 1    | N                                           | N                                         | N                                        | S                                      |
| TOT: |    | 22   | 15,52                                       | 12,72                                     | 12,38                                    | 18,85                                  |

**Tabella 3.6 – Analisi qualitativa degli studi osservazionali tramite Scala STROBE**

S = sì (criterio presente)

N = no (criterio non presente)

## 4 DISCUSSIONI

### 4.1 Interpretazione dei risultati

Dai risultati emersi da questa revisione narrativa si deduce che negli ultimi anni la letteratura ha rivolto maggiori attenzioni allo studio del feedback estrinseco come possibilità di utilizzo clinico nella gestione del Low Back Pain, in particolar modo del Low Back Pain cronico.

Attraverso attente valutazioni è stato possibile evidenziare differenze statisticamente significative tali da poter confermare che esiste una correlazione tra l'erogazione o meno del feedback durante il trattamento e/o ADL e i relativi cambiamenti, più o meno duraturi, nella percezione del dolore e nella disabilità.

Diverse sono state le tipologie di feedback estrinseco analizzate in questa revisione. Nella maggior parte degli studi inclusi è stata effettuata un'analisi sui vari aspetti e parametri del feedback che possono avere un'influenza sugli outcome clinici come il dolore percepito, il livello di attività, la paura del movimento.

Gli autori inclusi infatti hanno adottato delle strategie di fornitura del feedback estrinseco per la gestione del LBP sulla base della letteratura presente in merito al training motorio e l'apprendimento. Pertanto prima di passare all'interpretazione specifica dei risultati è importante sottolineare che, sia il feedback programmatico che quello parametrico, sia le diverse tempistiche della stessa erogazione dovrebbero essere decise e successivamente fornite secondo una ben precisa logica<sup>6</sup>.

Per quanto riguarda il contenuto del feedback, come affermano Schmidt et al<sup>6</sup>, se il paziente non ha familiarità con l'esercizio o è ancora incapace di svolgerlo sarebbe opportuno fornire un feedback programmatico, in cui i concetti generali del compito motorio sono spiegati e se necessario corretti; non appena si padroneggia il compito, è possibile passare al miglioramento delle caratteristiche specifiche del movimento tramite quindi la parametrizzazione del feedback.

Nella maggior parte degli studi inclusi in questa revisione che propongono il feedback parametrico<sup>12, 30, 31, 33,36,40,42</sup> non si riscontrano però entusiasmanti risultati a favore della sua influenza su dolore o disabilità, a parte negli studi di Vasseljen et al<sup>33</sup>, di Neblett et al<sup>40</sup> e di Pagè et al<sup>42</sup>, quest'ultimo unicamente per quanto riguarda la riduzione della paura nel movimento. Il maggior utilizzo di tale caratteristica del feedback può però trovare supporto nel fatto che spesso, secondo i fisioterapisti, i pazienti con LBP hanno bisogno preventivamente di migliorare le caratteristiche specifiche degli schemi di movimento al fine di ripristinare poi il controllo motorio globale<sup>18</sup>.

Teyhen e i suoi collaboratori<sup>30</sup> come anche Ferreira<sup>12</sup>, Worth<sup>31</sup> e França<sup>36</sup> sono riusciti a dimostrare che l'utilizzo di USI, del SEMG e del PBU riescono ad influenzare il *flexion relaxation phenomenon* attraverso la coscientizzazione ed allenamento del trasverso e il contemporaneo rilassamento dei paravertebrali; da tali studi però non emergono risultati significativi rispetto al cambiamento di outcome clinici come dolore e disabilità.

Ma se ciò viene inserito in un contesto di esercizi più funzionali per il controllo motorio, come è stato provato nel lavoro di Vasseljen et al<sup>33</sup>, si può riscontrare una maggiore utilità di tale modalità di erogazione del feedback.

In ogni caso, a livello locale, il feedback parametrico risulta avere la sua efficacia<sup>18</sup>. Le unità di pressione biofeedback (PBU) come anche l'ecografia riabilitativa (USI), per esempio, mirano a migliorare il reclutamento e la performance di specifici muscoli come il trasverso dell'addome o il multifido: ciò è stato visto avere esito positivo sull'aumento della stabilizzazione lombare<sup>45</sup>. In particolare l'ecografia riabilitativa (USI) potrebbe essere utilizzata in modo migliore solo quando il paziente è già in grado di eseguire la contrazione isolata del trasverso e quindi usufruire del feedback parametrico tramite gli elementi visivi sia della durata della contrazione che della misura dello spessore del muscolo<sup>46</sup>.

A livello teorico vi è un ulteriore modello per la disposizione del feedback, ovvero il training motorio *task-oriented* (orientato verso il compito funzionale) come affermano Shumway-Cook et al<sup>5</sup>. In questa prospettiva la contrazione di specifici muscoli isolatamente (parametrico) non rappresenterebbe l'approccio ideale<sup>4</sup>.

Inoltre in letteratura ci sono prove che sostengono che la corteccia motoria si riorganizza principalmente in risposta a un allenamento motorio volto al ripristino di un gesto funzionale<sup>44</sup>. Infatti è stato dimostrato che in pazienti con mal di schiena cronico avvengono dei cambiamenti a livello della corteccia cerebrale<sup>47</sup>. Si ritiene che un approccio *task-oriented* possa contribuire ai cambiamenti di neuroplasticità corticale<sup>48</sup>. Di conseguenza, l'uso del feedback *task-oriented* risulta essere privilegiato nel recupero della neuroplasticità nonché della variazione di livelli di percezione di dolore e disabilità. Magnusson et al<sup>39</sup> hanno fornito dei feedback programmatici, come anche Dekker et al<sup>41</sup>, Kent et al<sup>38</sup> e Wand et al<sup>35</sup>.

Il dispositivo utilizzato nello studio di Magnusson et al<sup>39</sup>, per esempio, forniva un feedback prevalentemente visivo che aumentava la consapevolezza posturale nei pazienti che ne usufruivano rispetto al gruppo di controllo. Questo studio ha dimostrato che fornire feedback programmatico si correlava a migliori risultati clinici. A sostegno di ciò in letteratura troviamo lo studio di Wong et al<sup>14</sup> i quali in maniera analoga al precedente lavoro hanno

trovato che fornire un feedback acustico attraverso un dispositivo che monitora costantemente i movimenti della colonna di soggetti sani riduce la quantità di tempo trascorso in posture sbagliate durante le attività quotidiane.

L'utilizzo del feedback programmatico infatti potrebbe anche avere influenza sulle posture sbagliate presenti nei LBP e riuscire a dare informazioni sul riferimento da poter seguire per correggerle. E' questo il caso degli studi di Dekker et al<sup>41</sup> e Kent et al<sup>38</sup>, inclusi in questa revisione. Tramite dispositivi di alta tecnologia è stato possibile infatti costruire dei feedback personalizzati programmatici per i singoli pazienti che ne usufruivano quindi per tutto l'arco della giornata (tramite segnale acustico, vibratorio e visivo). L'efficacia di tale meccanismo è stata riscontrata nei risultati positivi di tali studi, in quanto i pazienti, oltre ad aver aderito con maggiore carica motivazionale all'intervento, hanno altresì ottenuto reali cambiamenti significativi nel dolore e nel livello di attività. Per la precisione è stata osservata l'efficacia nella correzione del gesto o postura quotidiana,<sup>23</sup> ma anche nella modifica del comportamento passivo o troppo attivo nei confronti dell'attività fisica, che è stato visto essere influenzabile a seconda di precisi parametri<sup>23</sup>

Solo due studi hanno fornito un feedback sommario<sup>7,39</sup>. La letteratura supporta l'utilità di fornire un feedback sommario per l'apprendimento motorio<sup>49</sup>. Non sono però presenti fino ad ora informazioni specifiche che suggeriscono il numero ottimale di prove prima di fornire il feedback sommario e questa caratteristica del feedback non è stata ancora studiata nella popolazione con LBP<sup>49</sup>.

L'altro elemento da considerare è la *bandwidth*, ovvero la soglia limite dell'errore commesso. Diversi studi inclusi hanno fornito una soglia limite di errore<sup>34,36,38,39,40,41</sup> ma nessuno di questi ha valutato l'influenza della *bandwidth* sugli outcome clinici.

Altro elemento che sembra avere una forte influenza sul riapprendimento motorio è l'utilizzo del focus attentivo esterno<sup>4,6</sup>. Infatti tale modalità di erogazione del feedback risulta più efficace rispetto al focus attentivo interno, in quanto rende funzionale e più aderente alle attività quotidiane quello che può essere un gesto o un'attività in disuso e da ripristinare nei soggetti con LBP<sup>43</sup>.

Magnusson et al<sup>39</sup> hanno utilizzato il focus attentivo esterno nel processo di trattamento del LBP: i loro risultati, come quelli di Neblett et al<sup>40</sup>, Kent et al<sup>38</sup> ed in misura minore quelli di Dekker et al<sup>41</sup>, supportano l'utilizzo del feedback erogato con focus attentivo esterno come può essere la richiesta di fare focus visivo sul movimento del muscolo di un monitor (ecografia riabilitativa), oppure il riferimento di un movimento o attività in tempo reale

osservabile sul display portatile (sensori di movimento 3D). Anche gli studi di Teyhen et al<sup>30</sup> e Worth et al<sup>31</sup> forniscono feedback visivo ma non è chiaro il focus attentivo utilizzato.

In riferimento alla tempistica di erogazione del feedback non ci sono ancora precisi elementi che delineano indicazioni valide e quantificabili. Molti studi inclusi<sup>12,30,32,33,37</sup> hanno utilizzato un feedback concomitante alle diverse prove o esercizi. Si ritiene che ciò abbia inciso significativamente sul risultato<sup>30</sup>. Ci sono infatti evidenze in letteratura che il feedback concomitante porti a una maggior dipendenza dal feedback stesso, inducendo i soggetti ad ignorare l'input somatosensoriale<sup>50</sup>.

Per esempio per quanto riguarda l'utilizzo dell'ecografia riabilitativa si è visto che il feedback visivo non dovrebbe essere fornito contemporaneamente all'esercizio (concomitante) ma piuttosto dopo (terminale), o ancora meglio dopo un certo numero di prove (feedback ritardato)<sup>7</sup>. Secondo Teyhen et al<sup>30</sup> l'erogazione del feedback visivo contemporanea alla contrazione del muscolo trasverso non ha influito sull'aumento della capacità di eseguire l'esercizio a lungo termine.

Nello studio di Dekker et al<sup>41</sup> è stato invece fornito un feedback terminale ritardato rispetto alla prova, mentre nei lavori di Worth et al<sup>31</sup>, Kapitza et al<sup>34</sup>, França et al<sup>36</sup> è stato erogato immediatamente dopo la prova. Non sono state fatte però analisi sulla correlazione tra i rispettivi risultati e la scelta di tale tempistiche. Si ritiene però che erogare un feedback autocontrollato<sup>35</sup> cioè deciso dal paziente, oppure in ritardo come descritto precedentemente, sia da preferire al fine di meglio correlare l'input somatosensoriale (feedback intrinseco) con il feedback estrinseco e con le prestazioni motorie<sup>4,18</sup>.

Purtroppo a causa delle evidenze contraddittorie e poco chiare emerse da questa revisione, risultano necessarie ulteriori ricerche per approfondire questo argomento.

## **4.2 Limiti dello studio**

La qualità metodologica degli studi inclusi in questa revisione è da considerarsi buona.

Degli 11 RCT inclusi 2 sono stati valutati dall'autore<sup>7,37</sup>; 4 dei restanti 9 già valutati sul database PEDro sono stati considerati di alta qualità metodologica<sup>12,30,34,36</sup> e 5 di moderata qualità metodologica<sup>31,32,33,35,38</sup>. Tuttavia nella maggior parte degli studi inclusi il trattamento sperimentale veniva effettuato tramite l'utilizzo di specifiche apparecchiature, per cui non era possibile avere la cecità dell'operatore rispetto all'intervento. La mancata cecità dei partecipanti può, invece, portare ad avere un'aspettativa positiva maggiore nei soggetti che usufruivano del trattamento sperimentale, in questo caso del supporto del feedback estrinseco:

i miglioramenti potrebbero infatti essere legati a questa aspettativa piuttosto che ad un reale beneficio del trattamento somministrato.

Tutti gli articoli hanno analizzato un campione di pazienti abbastanza ristretto; in 8 studi su 11 manca l'analisi "intention to-treat" (item 9)<sup>7,31,33,34,35,36,37,38</sup>, in 2 risulta esserci disomogeneità dei partecipanti rispetto a specifiche caratteristiche<sup>12,30</sup> ed in 5 è evidenziabile una grossa variabilità nelle caratteristiche iniziali dei pazienti<sup>7,31,32,35,38</sup>, elemento, questo, che potrebbe aver compromesso la validità interna dei risultati. Le misure di outcome utilizzate in questi studi non sono omogenee, come neanche le tipologie di trattamento analizzate: ciò ha reso impossibile uniformare i risultati ottenuti dagli RCT con una analisi statistica comune.

Di buona qualità metodologica sono anche i 4 studi osservazionali inclusi, tuttavia risultano esserci item mancanti o incompleti (item 3, 4, 5 e item 12, 14).

Ad ogni modo, si potrebbe riassumere sostenendo che, l'eterogeneità risultata nei punti essenziali degli studi inclusi, quali le diverse modalità di erogazione del feedback, gli aspetti di contenuti e tempistiche, la modalità di somministrazione e l'utilizzo di misure di outcome talvolta poco oggettivabili, rappresenta uno dei principali limiti di questo lavoro di revisione.

Altro limite da sottolineare che ha probabilmente inciso sui risultati della revisione è stato rivolgere la ricerca solo ad alcuni database, oltre che aver effettuato i processi di individuazione, selezione, valutazione e raccolta dati da un solo autore, invece che da almeno 2 come raccomandato dal PRISMA<sup>51</sup>.

## 5 CONCLUSIONI

### 5.1 Implicazioni per la pratica clinica

Attualmente l'utilizzo del feedback estrinseco nel trattamento del LBP è supportato da consistenti evidenze in relazione ad obiettivi quali il dolore e la disabilità o la riduzione di impairment psicologici come la kinesiofobia.

Nonostante l'eterogeneità nelle modalità di erogazione di feedback estrinseco analizzate in questa revisione narrativa, risulta chiaro che i fisioterapisti dovrebbero prendere in considerazione la forte influenza che questo “strumento” clinico può avere nella gestione del LBP, sia sul ri-apprendimento motorio, sia su outcome clinici quali soprattutto dolore e disabilità.

Non è possibile definire quale modalità di erogazione del feedback tra quelle descritte sia la più efficace in quanto molto diverse tra loro e quindi non confrontabili; ma risulta altresì importante, ad oggi, riuscire a proporre una logica di fondo comune alle diverse forme di feedback, allo scopo di ottenere un'ottimale formula clinica. Tale logica si basa sulla letteratura presente fino ad oggi relativa al training motorio nei soggetti sani e al ri-apprendimento del controllo motorio nel LBP<sup>18</sup>.

In generale si può concludere definendo alcune caratteristiche di contenuto e di tempistica del feedback fondamentali ed utili per la pratica clinica dei fisioterapisti nella gestione del LBP:

- fornire feedback programmatico nelle fasi iniziali del trattamento;
- fornire feedback parametrico nelle fasi avanzate del trattamento e solo se necessario;
- fornire feedback sommario, dopo un variabile numero di prove/esercizi;
- utilizzo costante del focus attentivo esterno;
- fornire feedback a frequenza ridotta e/o suggerire quella autocontrollata dal paziente;
- limitare al minimo il feedback concomitante.

Dal momento che la letteratura relativa al feedback estrinseco nella gestione del LBP ha ancora molta strada da percorrere per arrivare a definire una formula ottimale di erogazione del feedback, gli elementi sintetizzati in questa revisione posso essere considerati utili indicazioni alla pratica clinica.

## 5.2 Implicazioni per la ricerca scientifica

La ricerca scientifica sull'utilizzo del feedback estrinseco nella gestione del LBP ha prodotto risultati poco chiari e diversi tra loro.

Vari lavori di revisione<sup>4,18,23</sup> che hanno analizzato il feedback nelle sue diverse modalità di applicazione sono giunti a risultati piuttosto eterogenei. Tale diversità sembra riflettere la grande variabilità nei modi di fornire il feedback e, di conseguenza, negli studi effettuati sull'argomento.

Nonostante i vari studi analizzati o semplicemente consultati sottolineino l'efficacia dell'utilizzo del feedback estrinseco nella gestione del LBP, non viene però definita una chiara e pratica formula clinica per poterlo, effettivamente, fornire. Per tale motivo, sulla base di quanto osservabile dalla descrizione dei limiti degli studi inclusi, la ricerca futura dovrebbe approfondire diversi aspetti:

- individuare una forma migliore di erogazione del feedback, applicabile al contesto clinico quotidiano;
- individuare, a seconda della modalità di fornitura del feedback, i diversi sottogruppi di pazienti che potrebbero trarne reale beneficio;
- porre a confronto diretto le diverse caratteristiche di contenuto e di tempo di fornitura del feedback al fine di definirne meglio i confini e l'efficacia;
- rendere più oggettivabili gli outcome clinici da rilevare per un confronto più rigoroso.

Un aspetto incoraggiante e da approfondire nelle ricerche future è l'implicazione positiva delle nuove tecnologie sulla carica motivazionale e partecipativa dei pazienti al trattamento. Infatti, l'utilizzo di dispositivi che digitalizzano il movimento in tempo reale o di apparecchiature a sensori di movimento 3D che monitorano le diverse ADL per l'intera giornata, risultano avere un grosso potenziale sugli outcome clinici.

Dalla presente revisione si evince la necessità di maggiore rigore metodologico nei disegni di studio che indagano il feedback estrinseco. Esso dovrebbe essere considerato un vero e proprio strumento clinico da proporre in associazione al trattamento e, in quanto tale, bisognerebbe porre le attenzioni future alle varie caratteristiche che ne dovrebbero costituire una formula clinica efficace nella gestione del LBP.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pillastrini P, Gardenghi I, Bonetti F, Capra F, Guccione A, Mugnai R, Violante FS. An updated overview of clinical guidelines for chronic low back pain management in primary care. *Joint Bone Spine*. 2012 Mar;79(2):176-85.
2. Bogduk N, Degenerative joint disease of the spine. *RadiolClin North Am*. 2012 Jul;50(4):613- 616
3. SIOT . Mal di schiena. Banca dati comparativa tra linee guida e analisi critica delle raccomandazioni. *GIOT jun* 2011; 37:113-130
4. Ribeiro DC, Sole G, Abbott J. H, Milosavljevic S,. Extrinsic feedback and management of low back pain: A critical review of the literature, *Manual Therapy* 16 (2011) 231e 239
5. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motorcontrol: translating research into clinical practice*. 3rd ed. Philadelphia, PA; London: Lippincott Williams &Wilkins; 2007. p. 612.
6. Schmidt RA, Wrisberg CA. *Motor learning and performance: a situation-based learning approach*. 4th ed., pxx. Champaign, IL: Human Kinetics; 2008. p.395.
7. Herbert WJ, Heiss DG, Basso DM. Influence of feedback schedule in motor performance and learning of a lumbar multifidus muscle task using rehabilitative ultrasound imaging: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2008;88(2):261e9.
8. Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *Eur Spine J* 2008b;17(9):1177e84.
9. Jacobs JV, Henry SM, Nagle KJ. People with chronic low back pain exhibit decreased variability in the timing of their anticipatory postural adjustments. *Behav Neur* 2009;123(2):455e8.
10. Dolan KJ, Green A. Lumbar spine reposition sense: the effect of a ‘slouched’ posture. *Man Ther* 2006;11(3):202e7.
11. Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. *Eur Spine J* 2006;15(5):668e76.
12. Ferreira ML, Ferreira PH, Latimer J, Herbert RD, Hodges PW, Jennings MD, et al. Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: A randomized trial. *Pain* 2007;131(1-2):31e7.
13. Durham K, Van Vliet PM, Badger F, Sackley C. Use of information feedback and ttentional focus of feedback in treating the person with a hemiplegic arm. *Physiother Res Int* 2009;14(2):77e90.

14. Wong WY, Wong MS. Trunk posture monitoring with inertial sensors. *Eur Spine J* 2008;17(5):743e53.
15. Henry SM, Teyhen DS. Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(10):627e34
16. Magill RA. Motor learning: concepts and applications. 6th ed. Dubuque, Iowa: McGraw-Hill; 2000.
17. Ishikura T. Average KR schedule in learning of timing: influence of length for summary knowledge of results and task complexity. *Percept Mot Skills* 2005;101(3):911e24.
18. Ribeiro D C, Sole G, Abbott J H, Milosavljevic S, A rationale for the provision of extrinsic feedback towards management of low back pain, *Manual Therapy* 16 (2011) 301 e 305
19. Butki BD, Hoffman SJ. Effects of reducing frequency of intrinsic knowledge of results on the learning of a motor skill. *Percept Mot Skills* 2003;97(2):569e80.
20. Magill RA. Motor learning and control: concepts and applications. 7th ed., pxiv. New York; London: Mcgraw-Hill; 2003. p. 400.
21. Park JH, Shea CH, Wright DL. Reduced-frequency concurrent and terminal feedback: a test of the guidance hypothesis. *J Mot Behav* 2000;32(3):287e96.
22. Tate JJ, Milner CE. Real-time kinematic, temporospatial, and kinetic biofeedback during gait retraining in patients: a systematic review. *PhysTher* 2010, 90(8):1123–1134.
23. Giggins OM, Persson U McC, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* 2013, 10:60
24. Riener R, Colombo G, Lunenburger L. Overview of robot-aided gait biofeedback and assessment. In *Proceedings of The First International Conference on Biomedical Robotics and Biomechantronics*. Pisa, Italy: IEEE; 2006.
25. Hides JA, Richardson CA, Jull GA: Use of real-time ultrasound imaging for feedback in rehabilitation. *Man Ther* 1998, 3(3):125–131.
26. Schepers, M., Ambulatory assessment of human body kinematics and kinetics. Thesis: University of Twente. The Netherlands: Enschede; 2009.

27. Kuiken TA, Amir H, Scheidt RA: Computerized biofeedback knee goniometer: acceptance and effect on exercise behavior in post-total knee arthroplasty rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004, 85(6):1026–1030
28. Cairns MC, Harrison K, Wright C: Pressure Biofeedback: A useful tool in the quantification of abdominal muscular dysfunction? *Physiotherapy* 2000, 86(3):127–138.
29. Kim B, Gong W, Lee S: The effect of push-up plus exercise with visual biofeedback on the activity of shoulder stabilizer muscles for winged scapula. *Journal of Physical Therapy Science* 2010, 22(4):355–358.
30. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM., Del Toro YM, Pulliam JN, Childs JD, Boyles RE, Flynn TW. The Use of Ultrasound Imaging of the Abdominal Drawing-in Maneuver in Subjects With Low Back Pain *J Orthop Sports Phys Ther* Vol 35(6) June 2005
31. Worth SG A, Henry SM., Bunn JY. Real-time ultrasound feedback and abdominal hollowing exercises for people with low back pain *Journal of Physiotherapy* March 2007, Vol. 35 (1)
32. Glombiewski JA, & Tersek JH, Rief W. Two Psychological interventions Are Effective in Severely Disabled, Chronic Back Pain Patients: A Randomised Controlled Trial *Int. J. Behav. Med.* (2010) 17:97–107
33. Vasseljen O, Fladmark A M. Abdominal muscle contraction thickness and function after specific and general exercises: A randomized controlled trial in chronic low back pain patients *Manual Therapy* 15 (2010) 482e489
34. Kapitza KP, Passie T, Bernateck M, Karst M. First Non-Contingent Respiratory Biofeedback Placebo versus Contingent Biofeedback in Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized, Controlled, Double-Blind Trial *Appl Psychophysiol Biofeedback* (2010)
35. Wand BM, Tulloch VM., George PJ, Smith AJ, Goucke R, Moseley GL. Movement-related Back Pain Is Reduced by Visualization of the Back During Movement *Clin J Pain* 2012;28:602–608
36. França FR, Burke TN, Caffaro RR, Ramos LA, Marques AP. Effects Of Muscular Stretching And Segmental Stabilization On Functional Disability And Pain In Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized, Controlled Trial *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* Stretching and Stabilization May 2012

37. Tan G., Rintala D.H. Jensen M.P., Fukui T., Smith D, Williams W. A randomized controlled trial of hypnosis compared with biofeedback for adults with chronic low back pain *Eur J Pain* 19 (2014) 271–280
38. Kent P, Laird R, Haines T. The effect of changing movement and posture using motion-sensor biofeedback, versus guidelines-based care, on the clinical outcomes of people with sub-acute or chronic low back pain-a multicentre, cluster-randomised, placebo-controlled, pilot trial -*BMC Musculoskeletal Disorders* (2015)
39. Magnusson ML., Chow DH, Diamandopoulos Z, Pope MH, Motor Control Learning in Chronic Low Back Pain *SPINE* Volume 33, Number 16, pp E532–E538–2008
40. Neblett R, Mayer TG., Brede E., Gatchel RJ, Correcting Abnormal Flexion-Relaxation in Chronic Lumbar Pain: Responsiveness to a New Biofeedback Training Protocol *Clin J Pain*. 2011
41. Dekker MGH, van Weering, Vollenbroek-Hutten M M. R., Hermie J. Hermens Do Personalized Feedback Messages about Activity Patterns Stimulate Patients with Chronic Low Back Pain to Change their Activity Behavior on a Short Term Notice? *Appl Psychophysiol Biofeedback* (2012) 37:81–89
42. Pagé I, Marchand A-A, Nougrou F, O'Shaughnessy J, Descarreaux M; Neuromechanical Responses after biofeedback Training In Participants with Chronic Low Back Pain: An Experimental Cohort Study *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics Biofeedback in Low Back Pain Rehabilitation* September 2015
43. Wulf G, Landers M, Lewthwaite R, Tollner T. External focus instructions reduce postural instability in individuals with Parkinson disease. *Phys Ther* 2009;89 (2):162e8.
44. Van Vliet PM, Heneghan NR. Motor control and the management of musculoskeletal dysfunction. *Man Ther* 2006;11(3):208e13.
45. Richardson C, Hodges PW, Hides J, Manipulation Association of Chartered Physiotherapists. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. 2nd ed. Edinburgh, New York: Churchill Livingstone; 2004. 271 p.
46. Whittaker JL, Teyhen DS, Elliott JM, Cook K, Langevin HM, Dahl HH, et al. Rehabilitative ultrasound imaging: understanding the technology and its applications. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(8):434e49
47. Ung H et al Multivariate Classification of Structural MRI Data Detects Chronic Low Back Pain.. *Cereb Cortex*. 2012 Dec 17.

48. Boudreau SA, Farina D, Falla D. The role of motor learning and neuroplasticity in designing rehabilitation approaches for musculoskeletal pain disorders. *ManTher* 2010;15(5):410e4
49. Guadagnoli MA, Lee TD. Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *J Mot Behav* 2004;36(2):212e24.
50. Anderson DI, Magill RA, Sekiya H, Ryan G. Support for an explanation of the guidance effect in motor skill learning. *J Mot Behav* 2005;37(3):231e8
51. Moher, D., et al., PRISMA statement. *Epidemiology*, 2011. **22**(1): p. 128; author reply 128.

## APPENDICE 1: Scala PEDro

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| 1. I criteri di elegibilità sono stati specificati                                                                                                                                                                                                                              | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi (negli studi crossover, è randomizzato l'ordine con cui i soggetti ricevono il trattamento)                                                                                                                | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta                                                                                                                                                                                                                                     | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici                                                                                                                                                                    | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento                                                                                                                                                                                                                      | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 6. Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato                                                                                                                                                                                               | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 7. Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio                                                                                                                                                                             | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più' dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi                                                                                                                                           | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stato analizzato per "intenzione al trattamento" | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali                                                                                                                                                             | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |
| 11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali                                                                                                                                                                     | no <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> | dove: |

## APPENDICE 2: STROBE Statement

|                              | Numero della voce | Raccomandazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TITOLO e ABSTRACT</b>     | 1                 | (a) Indicare il disegno dello studio nel titolo o nell'abstract con un termine usato frequentemente<br>(b) Fornire nell'abstract un riassunto informativo ed equilibrato di ciò che è stato fatto e di ciò che è stato osservato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>INTRODUZIONE</b>          |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Premesse / Razionale         | 2                 | Spiegare le premesse scientifiche e il razionale della ricerca proposta per la pubblicazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Obiettivi                    | 3                 | Indicare gli obiettivi specifici, comprese tutte le ipotesi prespecificate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>METODI</b>                |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Disegno di studio            | 4                 | Presentare gli elementi fondamentali del disegno dello studio nella parte iniziale del lavoro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Contesto                     | 5                 | Descrivere il contesto (setting), le sedi e le date rilevanti, compresi i periodi di reclutamento, d'esposizione, di follow-up e raccolta dei dati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Partecipanti                 | 6                 | <i>a) Studio di coorte</i> - Indicare i criteri di eleggibilità, le fonti dei partecipanti e i metodi di selezione dei partecipanti. Descrivere i metodi di follow-up<br><i>Studio caso-controllo</i> - Indicare i criteri di eleggibilità, le fonti dei casi e i metodi di accertamento dei casi e di selezione dei controlli. Indicare il razionale per la scelta dei casi e dei controlli<br><i>Studio trasversale</i> - Indicare i criteri di eleggibilità, le fonti dei partecipanti e i metodi di selezione dei partecipanti.<br><i>b) Studio di coorte</i> - per studi appaiati, indicare i criteri di appaiamento e il numero dei partecipanti esposti e non esposti<br><i>Studio caso-controllo</i> - per studi appaiati, indicare i criteri di appaiamento e il numero dei controlli per caso |
| Variabili                    | 7                 | Definire in modo chiaro tutti gli esiti, le esposizioni, i fattori predittivi, i possibili fattori di confondimento e i fattori modificanti l'effetto. Indicare i criteri diagnostici, se applicabile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fonti dei dati / rilevazione | 8*                | Per ciascuna variabile di interesse, indicare le fonti dei dati ed esporre dettagliatamente i metodi di valutazione (rilevazione). Illustrare la comparabilità dei metodi di valutazione se vi è più di un gruppo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Errori sistematici (bias)    | 9                 | Descrivere tutti gli sforzi volti a considerare le possibili fonti di errori sistematici (bias)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dimensioni dello studio      | 10                | Spiegare come si è raggiunta la dimensione dello studio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Variabili quantitative       | 11                | Spiegare come sono state gestite le variabili quantitative nelle analisi. Se applicabile, descrivere quali raggruppamenti sono stati scelti e perché                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Metodi statistici            | 12                | (a) Descrivere tutti i metodi statistici, compresi quelli usati per controllare per i fattori di confondimento<br>(b) Descrivere i metodi usati per esaminare i sottogruppi e le interazioni<br>(c) Spiegare come sono stati trattati i dati mancanti<br>(d) <i>Studio di coorte</i> - Se applicabile, spiegare come è stata trattata la perdita nel corso del follow-up<br><i>Studio caso-controllo</i> - Se applicabile, spiegare come è stato trattato l'appaiamento dei casi con i controlli<br><i>Studio trasversale</i> - Se applicabile, descrivere i metodi analitici tenendo conto della strategia di campionamento<br>(e) descrivere le eventuali analisi di sensibilità                                                                                                                      |

| RISULTATI            |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Partecipanti         | 13* | (a) Riportare il numero di individui in ciascuno stadio dello studio – ad es., numero di individui potenzialmente eleggibili, esaminati per l'eleggibilità, confermati come eleggibili, inclusi nello studio, che hanno completato il follow-up e che sono stati analizzati<br>(b) Indicare le motivazioni della mancata partecipazione a ciascuno stadio<br>(c) Considerare l'uso di un diagramma di flusso                                                                                                        |
| Dati descrittivi     | 14* | (a) Indicare le caratteristiche dei partecipanti allo studio (ad es., demografiche, cliniche, sociali) e dare informazioni sulle esposizioni e sui potenziali fattori di confondimento<br>(b) Indicare il numero di partecipanti con dati mancanti per ciascuna variabile di interesse<br>(c) <i>Studio di coorte</i> – Riassumere la durata del follow-up (ad es., medio e totale)                                                                                                                                 |
| Dati di esito        | 15* | Studio di coorte - Riportare il numero degli eventi di esito o delle misure riassuntive nel tempo<br>Studio caso-controllo - Riportare il numero di ciascuna categoria di esposizione o le misure riassuntive di esposizione<br>Studio trasversale - Riportare il numero degli eventi di esito o le misure riassuntive                                                                                                                                                                                              |
| Risultati principali | 16  | (a) Fornire le stime non aggiustate e, se applicabile, le stime aggiustate per i fattori di confondimento e la loro precisione (ad es., intervallo di confidenza al 95%). Chiarire per quali fattori di confondimento è stato eseguito l'aggiustamento e perché sono stati inclusi<br>(b) Riportare i limiti delle categorie quando vengono categorizzate le variabili continue<br>(c) Se rilevante, considerare di tradurre le stime di rischio relativo in rischio assoluto per un periodo di tempo significativo |
| Altre analisi        | 17  | Riportare le altre analisi eseguite – ad es., analisi di sottogruppi e interazioni e analisi di sensibilità                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| DISCUSSIONE          |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Risultati principali | 18  | Riassumere i risultati principali in relazione agli obiettivi dello studio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Limiti               | 19  | Discutere i limiti dello studio, tenendo conto delle eventuali fonti di errori sistematici (bias) o imprecisioni.<br>Discutere sia la direzione sia le dimensioni di tutti i potenziali errori sistematici (bias)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Interpretazione      | 20  | Fornire una prudente interpretazione globale dei risultati, tenendo in considerazione gli obiettivi, i limiti, la molteplicità delle analisi, i risultati ottenuti in studi simili e altre evidenze rilevanti                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Generalizzabilità    | 21  | Discutere la generalizzabilità (validità esterna) dei risultati dello studio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ALTRE INFORMAZIONI   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Finanziamento        | 22  | Indicare le fonti di finanziamento e il ruolo dei finanziatori nello studio attuale e, se applicabile, nello studio originale su cui si basa l'articolo attuale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

\* Fornire queste informazioni separatamente per i casi e per i controlli negli studi caso-controllo e, se applicabile, per i gruppi esposti e non esposti negli studi di coorte e trasversali.

Nota: Un articolo di spiegazione ed elaborazione espone ciascuna voce elencata e fornisce le premesse metodologiche e degli esempi di pubblicazioni trasparenti. L'elenco STROBE può essere meglio utilizzato in associazione a questo articolo (disponibile gratis sui siti Web di PLoS Medicine all'indirizzo <http://www.plosmedicine.org/>, di Annals of Internal Medicine all'indirizzo <http://www.annals.org/> e di Epidemiology all'indirizzo <http://www.epidem.com/>). Sono disponibili versioni separate dell'elenco di voci per studi di coorte, caso-controllo e trasversali sul sito Web STROBE all'indirizzo <http://www.strobe-statement.org/> (in inglese).