



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. 2019/2020

Campus Universitario di Savona

TERAPIA MANUALE E MUSCOLO DIAFRAMMA: MITO O SCIENZA?

Candidato:

Dott. Ft. Elisa Cencini

Relatore:

Dott. Ft. OMPT Matteo Locatelli

INDICE

ABSTRACT	2
INTRODUZIONE	3
ANATOMIA E FISIOLOGIA DEL MUSCOLO DIAFRAMMA.....	4
CINEMATICA RESPIRATORIA.....	5
INTERDIPENDENZA REGIONALE	8
PATOLOGIE ASSOCIATE A DISFUNZIONI DEI PATTERN RESPIRATORI	9
OBIETTIVI DELLA TESI	12
MATERIALI E METODI	13
BANCHE DATI E STRATEGIE DI RICERCA.....	13
CRITERI DI ELEGGIBILITÀ.....	15
PROCEDIMENTO DI SELEZIONE DEGLI STUDI.....	15
VALUTAZIONE QUALITATIVA DEGLI STUDI	16
RISULTATI	17
SELEZIONE DEGLI STUDI	17
SINTESI DEGLI STUDI INCLUSI.....	19
SINTESI DEI RISULTATI	21
VALUTAZIONE CRITICA DEGLI STUDI INCLUSI	22
DISCUSSIONE	27
CONCLUSIONI	33
BIBLIOGRAFIA	34

ABSTRACT

BACKGROUND

Il diaframma svolge un ruolo fondamentale all'interno del nostro corpo, in quanto muscolo chiave della respirazione. Oltre a questo aspetto, nel corso degli anni, sono state studiate anche diverse funzioni del muscolo diaframma, come ad esempio la sua influenza sulla postura. Da queste evidenze nasce la domanda circa un'efficacia di trattamento del muscolo diaframma in pazienti con problematiche muscoloscheletriche, rifacendosi al concetto di interdipendenza regionale.

OBIETTIVO

L'obiettivo di questa tesi è quello di eseguire una revisione della letteratura che evidenzi metodi di valutazione manuale del muscolo diaframma e faccia chiarezza circa l'efficacia di un intervento terapeutico che utilizzi una o più tecniche di terapia manuale rivolte al diaframma in una popolazione di pazienti affetti da patologie muscoloscheletriche.

METODI

Al fine di risolvere il quesito posto ad inizio elaborato è stata condotta una revisione della letteratura utilizzando i motori di ricerca PubMed, PeDRO e Scopus. La ricerca ha incluso studi di letteratura primaria dal 2000 ad oggi, in lingua italiana e inglese. La valutazione degli RCT è avvenuta tramite Cochrane Risk of Bias Tool 2.0, mentre per gli altri studi inclusi è stata eseguita una valutazione qualitativa soggettiva.

RISULTATI

I risultati di questo studio evidenziano ancora una volta la scarsa letteratura esistente in merito a valutazione e trattamento manuale del diaframma in una popolazione di pazienti affetti da disturbi muscoloscheletrici. Riguardo la valutazione manuale del muscolo diaframma è emerso un unico metodo valutativo, che richiede comunque ulteriori studi che ne approfondiscano la riproducibilità interoperatore. Sono stati reperiti solamente 3 studi relativi all'intervento manuale, condotti su differenti popolazioni (LBP, neck pain, rotator cuff injury); essi hanno portato a risultati contrastanti circa l'efficacia di trattamento.

CONCLUSIONI

Da questo studio emerge la necessità di studi futuri che facciano chiarezza sull'efficacia di un intervento di terapia manuale rivolto al muscolo diaframma in una popolazione di pazienti affetti da disturbi muscoloscheletrici. Tuttavia, essendo un trattamento che non porta al verificarsi di eventi avversi, su individui selezionati potrebbe essere utilizzato come strategia di trattamento integrativa.

KEYWORDS

Diaphragm, musculoskeletal diseases, manual therapy, manual evaluation, pain, disability

INTRODUZIONE

Tra le funzioni egemoniche del nostro organismo troviamo la respirazione, resa possibile in particolar modo dall'azione del muscolo diaframma che si classifica quindi come uno dei muscoli più importanti del nostro organismo.

Talvolta la meccanica respiratoria può essere alterata e questo può potenzialmente influire anche su altre strutture muscoloscheletriche del corpo; si pensi ad esempio come l'azione del muscolo diaframma possa influenzare la postura attraverso le sue inserzioni sul rachide. Molti autori concordano sull'esistenza di una correlazione tra disturbi muscoloscheletrici in zone differenti dell'organismo, ma tra loro funzionalmente collegate.

Tuttavia non è ancora del tutto chiara l'interrelazione che esiste fra queste problematiche, né tantomeno se il trattamento manuale del muscolo diaframma possa aiutare nella risoluzione di problematiche muscoloscheletriche localizzate in altri distretti corporei. Tali incertezze sono in parte dovute al fatto che dalla letteratura scientifica non emergano chiare strategie di valutazione del muscolo diaframma; una valutazione completa e accurata rappresenta un presupposto fondamentale per la pianificazione del trattamento, a maggior ragione in mancanza di questa risulta difficile capire quale sia la strategia di trattamento migliore da utilizzare.

ANATOMIA E FISILOGIA DEL MUSCOLO DIAFRAMMA

Il muscolo diaframma è costituito da un'ampia lamina muscolare, fortemente convessa verso l'alto, che separa la cavità toracica dalla cavità addominale. In posizione di riposo, a fine espirazione, esso si spinge all'interno della gabbia toracica fino a livello della quarta costa, a destra, e del quarto spazio intercostale, a sinistra; nell'inspirazione forzata, si abbassa di circa due spazi intercostali. Il diaframma è costituito da una porzione fibrosa, il centro tendineo, e da una porzione muscolare suddivisa in: parte lombare, parte costale e parte sternale¹. È il più importante muscolo inspiratorio ed è innervato dal nervo frenico (radici nervose C3-C5)².

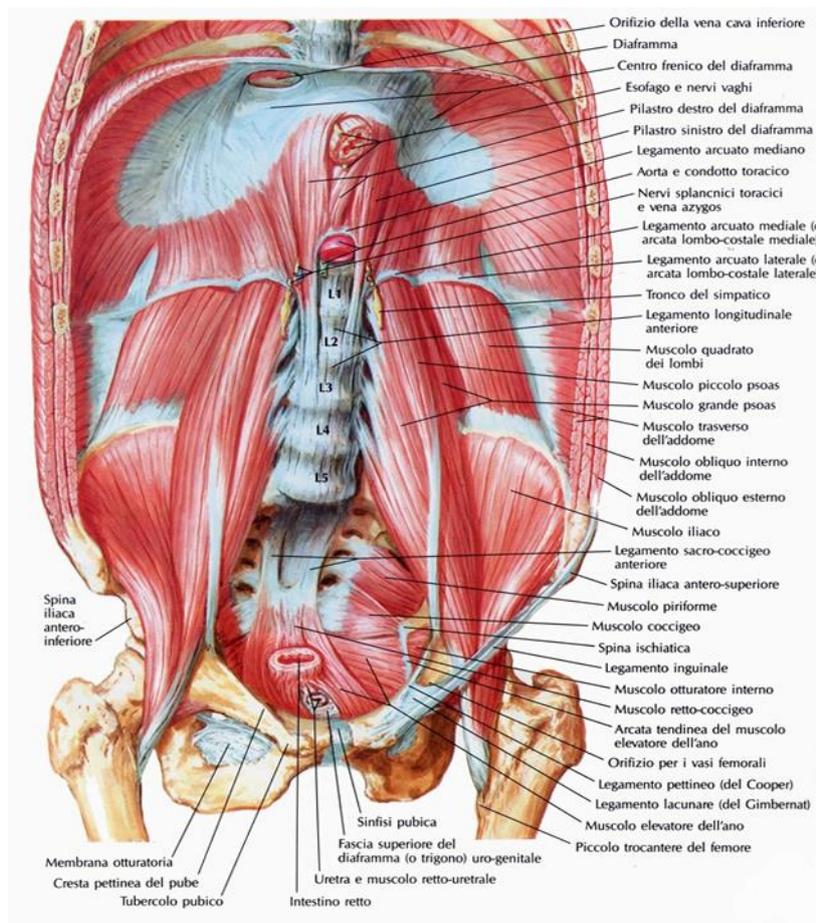


Figura 1. Anatomia del diaframma

La parte lombare, nella nuova terminologia, è descritta indivisa mentre classicamente si illustra come costituita da tre fasci tendinei di origine per ciascun lato: i pilastri mediale, intermedio e laterale. Il pilastro mediale destro origina dai corpi della seconda, terza e quarta vertebra lombare, il pilastro mediale sinistro da quelli della seconda e terza vertebra lombare; tra i due pilastri è presente un'arcata fibrosa, il legamento arcuato mediale. Da quest'ultimo e dai pilastri mediali originano due fasci muscolari che, incrociandosi, delimitano due orifizi; attraverso l'orifizio posteriore e inferiore, orifizio aortico, passano l'aorta e il dotto toracico, in quello anteriore e superiore, orifizio esofageo, l'esofago e i nervi vaghi. I pilastri intermedi sono i più piccoli e originano dal corpo della terza vertebra

lombare, tra questi pilastri e quelli mediali è presente una fessura attraverso cui passano i nervi piccolo e grande splanchnico e, a destra, la vena azygos, a sinistra, la vena emiazigos. I pilastri laterali originano dai processi costiformi della seconda vertebra lombare; ciascun pilastro, poco dopo l'origine, si divide in due arcate: il legamento arcuato mediale si fissa ai corpi della prima e della seconda vertebra lombare e al disco interposto, dopo aver circondato la parte superiore del muscolo grande psoas, il legamento arcuato laterale si inserisce alla dodicesima costa in corrispondenza dell'estremità superiore del muscolo quadrato dei lombi. Tra i pilastri laterali e quelli intermedi passano i tronchi del simpatico³.

La parte costale del diaframma origina dalle facce interne delle ultime sei coste con digitazioni che si intersecano con quelle del muscolo trasverso dell'addome. Tra la parte costale e quella lombare è presente un interstizio triangolare, il trigono lombocostale³.

La parte sternale del diaframma origina dalla faccia posteriore del processo xifoideo dello sterno. Anche tra la parte sternale e quella costale è visibile un interstizio triangolare, il trigono sternocostale; una piccola fessura è anche presente tra i fasci della parte sternale³.

Il centro tendineo del diaframma ha la forma di un trifoglio in cui si possono descrivere una foglia anteriore, una destra e una sinistra; tra la foglia anteriore e quella destra è presente un ampio foro, l'orifizio della vena cava, attraversato dalla vena cava inferiore^{1,3}.

La fascia diaframmatica riveste la faccia superiore del diaframma, separandola dalla pleura diaframmatica e dalla base del pericardio, e la faccia inferiore, interponendosi tra quest'ultima e il peritoneo parietale⁴.

Il muscolo diaframma, con la sua contrazione, si abbassa e solleva le ultime sei coste, amplia pertanto la cavità toracica determinando l'inspirazione; contemporaneamente, riduce la cavità addominale comprimendo i visceri e aumenta la pressione addominale⁵.

CINEMATICA RESPIRATORIA

La meccanica respiratoria è composta da due fasi, una di inspirazione e una di espirazione, e la frequenza respiratoria è definita dalla frequenza di questi due eventi combinati.

Durante la fase inspiratoria la gabbia toracica e l'addome si espandono per attivazione dei diversi muscoli inspiratori, i cui principali sono il diaframma e gli intercostali esterni mentre quelli accessori sono scaleni, sternocleidomastoideo, piccolo pettorale, grande pettorale, dentato anteriore, elevatore delle coste, dentato posteriore superiore e per alcuni anche il dentato posteriore inferiore (stabilizza il diaframma tramite le coste inferiori). Tramite l'espansione della gabbia toracica il sistema accumula energia nei polmoni, nelle articolazioni e nelle cartilagini costali grazie alle loro proprietà elastiche⁶.

Durante la fase espiratoria non forzata, quindi con un volume di espirazione normale, l'energia accumulata verrà rilasciata permettendo un'espirazione che risulta quasi completamente passiva⁵. Se invece fosse richiesta un'espirazione attiva avremo una contrazione dei muscoli intercostali interni, del trasverso del torace, del trasverso dell'addome, del retto addominale, dell'obliquo interno ed esterno e del dentato posteriore inferiore, i quali rappresentano per l'appunto i muscoli accessori dell'espirazione⁶.

Il muscolo diaframma è il principale motore della respirazione, in particolare esplica la sua funzione nella fase di inspirazione. La paralisi di tutti i muscoli respiratori non diaframmatici di solito non provoca insufficienza respiratoria, mentre la paralisi diaframmatica bilaterale di solito causa ritenzione di anidride carbonica e insufficienza respiratoria⁷.

Il meccanismo inspiratorio del diaframma è influenzato in modo significativo dall'orientamento cranio-caudale delle fibre muscolari e dall'esistenza della zona di apposizione (l'area di contatto tra il diaframma e la gabbia toracica). In primo luogo, quando le fibre muscolari si contraggono, trazionano il tendine centrale in direzione caudale, espandendo così i volumi toracici; dunque la cupola del diaframma scende, spingendo in basso gli organi addominali e aumentando la pressione intra-addominale. Questa pressione elevata viene trasmessa attraverso la zona di apposizione, spingendo le coste inferiori verso l'esterno, con conseguente espansione della gabbia toracica⁷.

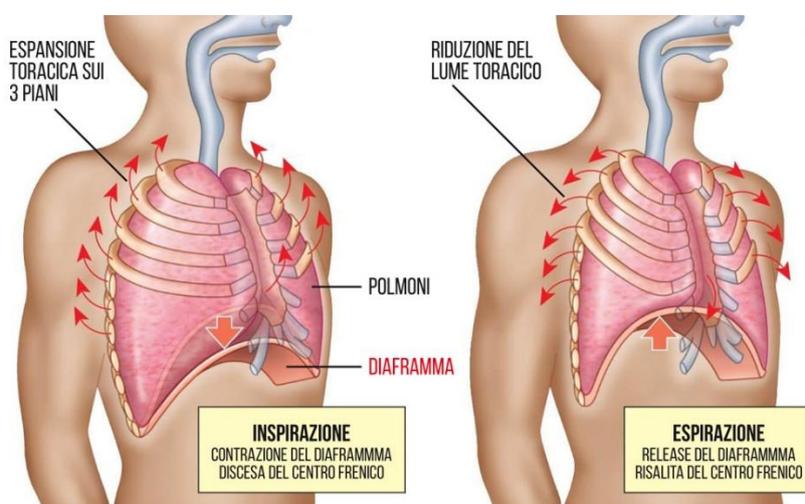


Figura 2. Cinematica respiratoria

Dunque è proprio la caratteristica forma del diaframma, un cilindro ellittico ricoperto da una cupola, che gli conferisce l'abilità per aumentare le dimensioni della cavità toracica nell'inspirazione. La discesa della cupola diaframmatica causa una maggiore tensione che a sua volta produce una forza orientata caudalmente sul tendine centrale e una forza orientata cranialmente sulle coste da 7 a 12 (parte costale) e sulla colonna vertebrale (parte crurale)⁸. Le forze orientate caudalmente e cranialmente aumentano le dimensioni cefalico-caudali della cavità toracica, favorendo così l'inspirazione.

L'efficacia di queste azioni può essere ridotta da condizioni fisiologiche (iperinflazione con aumento dei volumi polmonari) e patologiche (polmoni enfisematosi)⁷. Il muscolo diaframma è controllato sia in maniera volontaria che in maniera autonoma, attraverso i nervi frenici; può quindi rispondere alla trasmissione neurale e al carico di lavoro⁵. È stato dimostrato che il diaframma si contrae contro le forze resistive elastiche e ritorna in una posizione di riposo costante ad ogni rilassamento, con equilibrio tra le forze di contraccolpo del polmone e della parete toracica. Pertanto, l'espirazione è in parte effettuata dal ritorno elastico delle pareti toraciche e in parte dall'azione dei muscoli addominali che respingono gli organi viscerali addominali precedentemente spostati⁷.

Per quanto riguarda il movimento delle coste, in passato si credeva che le coste superiori e inferiori effettuassero diversi movimenti: mentre per le coste superiori il movimento è descritto "a braccio di pompa" con una conseguente espansione anteriore della gabbia toracica, per le coste inferiori il movimento è descritto "a manico di secchio" con una conseguente espansione laterale della gabbia toracica. Da un recente studio⁹ emerge invece come gli assi di movimento delle articolazioni costo-vertebrali non presentino differenze sostanziali, macroscopiche; se ne deduce che in tutte le articolazioni costo-vertebrali sono presenti entrambi i movimenti (a braccio di pompa e a manico di secchio) con conseguente espansione sia anteriore che laterale della gabbia toracica.

La parte costale del diaframma rappresenta la principale componente muscolare coinvolta nell'atto respiratorio, in particolare nella fase inspiratoria. La respirazione è un lavoro di resistenza, come quello del cuore, poiché il diaframma deve contrarsi in modo ripetitivo per tutta la vita. Le fibre muscolari del diaframma sono adatte per questa operazione; fino al 55% delle fibre nel diaframma umano adulto sono di tipo I, a contrazione lenta, altamente resistenti alla fatica. Le restanti fibre muscolari sono di tipo II, a contrazione rapida e suscettibili alla fatica. Le fibre di tipo II sono per il 21% di tipo IIA, fibre ossidative rapide e per il 24% di tipo IIB, fibre glicolitiche rapide. Durante la respirazione normale vengono utilizzate principalmente fibre muscolari di tipo I; le fibre muscolari di tipo II a contrazione rapida vengono invece reclutate quando la frequenza respiratoria aumenta⁷.

In caso di patologia si verifica un passaggio del tipo di fibra dal tipo II al tipo I per adattarsi a cambiamenti cronici, come nella malattia ostruttiva polmonare. Si può anche osservare atrofia diffusa del diaframma costale in pazienti sottoposti a ventilazione prolungata con inattività diaframmatica¹⁰.

Infatti sebbene il diaframma sia noto per essere resistente alla fatica, può verificarsi affaticamento diaframmatico (definito dalla perdita di contrattilità e dalla diminuzione della durata della contrazione diaframmatica) e questo è associato a uno svezzamento non riuscito da ventilazione meccanica. Uno studio di Levine e colleghi¹⁰ ha dimostrato che la ventilazione con inattività diaframmatica causa atrofia diffusa delle fibre muscolari diaframmatiche. I diaframmi dei donatori cerebrali morti prima del prelievo di organi, sottoposti a ventilazione meccanica per più di 18 ore, hanno dimostrato una

marcata diminuzione delle fibre di tipo I a contrazione lenta e di tipo II a contrazione rapida rispetto ai diaframmi di soggetti di controllo sottoposti a chirurgia toracica elettiva.

INTERDIPENDENZA REGIONALE

Il termine “interdipendenza regionale”, in ambito muscoloscheletrico, si riferisce al concetto che il disordine primario del paziente può essere causato o associato a disfunzioni in regioni anatomiche distanti e apparentemente ad esso non collegate¹¹. Negli anni si è cercato di implementare questa definizione che si basa principalmente sulla biomeccanica; una definizione più completa potrebbe essere la seguente: i sintomi muscoloscheletrici possono essere direttamente o indirettamente influenzati da impairments provenienti da varie regioni e sistemi del corpo indipendentemente dalla vicinanza alla zona del sintomo primario¹².

Questo concetto è diverso da quello di dolore riferito, somatico o viscerale, che è un dolore percepito in una regione diversa dalla fonte effettiva del dolore, dolore che si estende in un'area ampia, ha una localizzazione relativamente costante, confini spesso difficili da definire ed è causato dal meccanismo della convergenza. Il concetto di interdipendenza regionale sposta l'attenzione dall'individuazione della struttura pato-anatomica sorgente del dolore, agli impairment che possono causare o contribuire al movimento doloroso¹¹.

Il modello di valutazione dell'interdipendenza regionale deve essere considerato nel contesto del modello biopsicosociale della patologia. Infatti, il modello biomedico appare inadeguato per la gestione conservativa dei disordini muscoloscheletrici più frequenti nella pratica clinica del fisioterapista^{13,14}. È necessario considerare altri fattori e il modello dell'interdipendenza regionale è probabilmente uno di questi.

Numerosi studi descrivono il coinvolgimento dell'anca in pazienti con low back pain^{15,16} e artrosi di ginocchio¹⁷. Allo stesso modo, sono stati descritti anche trattamenti del rachide lombare per la gestione di pazienti con disordini di anca e ginocchio. Per quanto riguarda invece il quadrante superiore, vi sono numerosi studi che riguardano il trattamento del rachide toracico e delle coste in pazienti con neck pain^{18,19} e dolore di spalla^{20,21}, oppure ancora il trattamento del rachide cervicale in pazienti con epicondilalgia laterale di gomito²²⁻²⁴. Gli esempi citati non riguardano pazienti con dolore riferito o irradiato riprodotto da manovre provocative nelle strutture distanti dal sito del sintomo primario; come sottolineato in precedenza il modello d'interdipendenza regionale considera gli impairment presenti in distretti prossimali o distali ed è distinto dal fenomeno del dolore riferito.

Questo non è però un concetto da applicare a priori nella pratica clinica; infatti va ovviamente e primariamente indagata, valutata e trattata la regione sintomatica, in accordo con le migliori evidenze disponibili. Tuttavia è del tutto pertinente e basato sulle evidenze valutare le regioni sotto e sovrastanti l'area della disfunzionale primaria²⁵ durante le prime due sedute e definire le priorità degli

interventi in queste aree durante il corso terapeutico dei trattamenti. Infatti, come sottolineato nella definizione stessa del concetto di interdipendenza regionale, la disfunzione principale può essere influenzata e condizionata anche da impairments di altre regioni corporee; ed ecco perché l'applicazione di questo concetto può in questi casi dare maggior chiarezza e guidare nei successivi interventi clinici.

PATOLOGIE ASSOCIATE A DISFUNZIONI DEI PATTERN RESPIRATORI

La correlazione più comune è sicuramente la presenza di pattern respiratori disfunzionali in pazienti con patologie polmonari, come per esempio pazienti BPCO. In questi pazienti le due caratteristiche principali sono intrappolamento d'aria e iperinflazione polmonare, le quali compromettono per l'appunto la funzione del diaframma, accorciandone la lunghezza a riposo e modificando il collegamento meccanico tra le sue varie parti, ponendolo così in svantaggio meccanico²⁶. In particolare l'iperinflazione fa sì che le fibre muscolari del diaframma, che normalmente giacciono verticalmente nella zona di apposizione, si orientino più trasversalmente. Ciò rende la contrazione del diaframma meno efficace nel sollevare ed espandere la gabbia toracica inferiore e può persino portare a una diminuzione del diametro trasversale della gabbia toracica inferiore durante l'inspirazione^{27,28}.

Per questo all'interno del trattamento riabilitativo di pazienti affetti da BPCO è stato introdotto da alcuni terapeuti anche il trattamento manuale del muscolo diaframma, con buoni risultati. È emerso infatti come "Diaphragmatic Stretch Technique" e "Manual Diaphragm Release Technique" siano entrambe efficaci nell'aumentare l'escursione di movimento del diaframma in pazienti affetti da BPCO^{26,27}.

Nella recente letteratura scientifica sono reperibili articoli che associano in maniera significativa patologie muscoloscheletriche a disfunzioni dei pattern respiratori; in particolare essi si focalizzano sull'allenamento della muscolatura inspiratoria e su come questo influisca su determinate caratteristiche anatomiche e fisiologiche dell'organismo.

Troviamo ad esempio due revisioni sistematiche che analizzano l'associazione tra Low Back Pain (LBP) e disfunzione di pattern respiratori^{29,30}. Da queste emerge come vi siano numerosi studi che riportano alterazioni dei pattern respiratori in pazienti con LBP aspecifico e cronico, comprendendo differenze di capacità polmonare e di meccanica diaframmatica. Questo indica un possibile collegamento tra la funzione respiratoria, il pattern ventilatorio, la core stability e LBP²⁹.

È stato inoltre riscontrato come un deficit di controllo posturale sia frequentemente associato alla presenza di LBP; i muscoli inspiratori, e in particolare il diaframma, hanno un ruolo chiave nella propriocezione della colonna vertebrale, fondamentale nel mantenimento di un adeguato controllo

posturale. Tuttavia, durante l'inspirazione, l'utilizzo di segnali propriocettivi del rachide, necessari al mantenimento dell'equilibrio, è ridotto in pazienti con LBP e con BPCO. Inoltre pazienti con LBP dimostrano una maggior suscettibilità alla fatica per quanto concerne la muscolatura diaframmatica, rispetto ai controlli sani^{30,31}.

Roussel et al.³² hanno evidenziato la presenza di pattern respiratori alterati in pazienti con LBP cronico durante test di controllo motorio del cingolo lombo-pelvico. Questo tuttavia non era correlato all'intensità di dolore. I pazienti con LBP cronico mostravano inoltre pattern respiratori disfunzionali durante esercizi di controllo del tronco con reclutamento dei muscoli stabilizzatori.

Alcuni autori che hanno inoltre osservato le conseguenze, a livello di distretti funzionalmente collegati, del trattamento del muscolo diaframma in soggetti asintomatici.

Per esempio lo studio di McCoss e colleghi³³ ha analizzato la correlazione tra muscolatura diaframmatica e rachide cervicale. I pazienti in questo caso erano stati sottoposti a una tecnica di "Diaphragm Release" ed è stato osservato come questo influisse sulla pain pressure thresholds a livello di rachide cervicale (correlato all'innervazione del diaframma della radice C4), di clavicola (area anch'essa innervata dalla radice C4) e di tibiale anteriore (area neurofisiologicamente non collegata al diaframma).

I risultati di questo esperimento hanno portato gli autori ad affermare che l'esecuzione di una tecnica 'Diaphragm Release' possa produrre un effetto ipoalgescico statisticamente significativo a livello della colonna cervicale, se comparato ad assenza di trattamento. Questo risultato viene imputato al fenomeno di interdipendenza regionale, precedentemente citato.

Un altro esempio è lo studio che ha analizzato come il trattamento del muscolo diaframma potesse influire nel migliorare la mobilità a livello del torace, nell'aumento di ROM lombare e nell'estensibilità muscolare del rachide, in donne sedentarie³⁴.

Anche in questo caso viene sottolineato il ruolo chiave del diaframma nel controllo motorio del rachide, in particolare nella stabilità durante ampi movimenti che richiedono un raffinato controllo posturale. Quest'ultimo avviene tramite una contrazione diaframmatica, che causa un aumento della pressione intra-addominale e conseguente attivazione anche dei muscoli del pavimento pelvico, associata a contrazione eccentrica dei muscoli della parete addominale.

Data la correlazione trovata tra l'apparato respiratorio e quello muscoloscheletrico, sono state proposte diverse tecniche manuali per la gestione di pazienti con dolori e disfunzione del torace e della mobilità del rachide lombare.

Tuttavia la letteratura in merito a questo argomento risulta ancora scarsa e di scarsa qualità metodologica. Questo aspetto poco indagato è sicuramente correlato anche al fatto che solo recentemente sia stata proposta e validata una scala di misura oggettiva per la valutazione manuale

del muscolo diaframma³⁵. La rilevanza di questo aspetto risiede nel fatto che una valutazione completa del diaframma sia mandatoria per diverse figure professionali non solo per elaborare una corretta strategia di trattamento ma anche per ottenere informazioni sulla validità del trattamento eseguito sul paziente.

Nel 2016 Bordoni e colleghi hanno proposto in un primo articolo³⁶ un metodo valutativo del muscolo diaframma, che si basa su conoscenze anatomiche e fisiologiche e sull'esperienza clinica degli autori. In particolare in questo studio viene sottolineato come l'attività del diaframma sia fondamentale nel mantenimento della postura e dei cambiamenti di posizione del corpo; essa inoltre influenza altri aspetti come la percezione del dolore, solitamente diminuita durante l'apnea inspiratoria. Viene poi messo in risalto come la debolezza del muscolo diaframma e i conseguenti pattern respiratori alterati possano influire negativamente sui sintomi legati anche a patologie sistemiche e non solo muscolo-scheletriche.

La valutazione proposta in questo articolo inizia con la valutazione del movimento delle coste per poi proseguire analizzando invece l'escursione di movimento diaframmatica. Sono poi descritte in maniera accurata le successive posizioni delle mani per quanto riguarda la valutazione delle varie porzioni del diaframma: cupola, area posterolaterale, area xifo-costale, legamento mediale e legamento laterale.

Lo scopo principale dell'utilizzo di tale valutazione manuale è capire se esiste una limitazione del movimento in una specifica area del muscolo del diaframma, al fine di pianificare un trattamento manuale focalizzato sull'area disfunzionale.

Da questo studio gli stessi autori hanno pubblicato due articoli. Nel primo, del 2017³⁷, viene presentata una proposta di scala di valutazione manuale del muscolo diaframma: MED Scale (Manual Evaluation of the Diaphragm Scale). Questa viene utilizzata per evidenziare le aree precise in cui il muscolo del diaframma ha una limitazione nella sua escursione durante un'azione respiratoria non forzata. La scala utilizza 5 misurazioni, da 1 a 5, dall'assenza di limitazioni al movimento (1) alla completa assenza di mobilità (5), percepita dalla palpazione. La valutazione manuale è eseguita sulla porzione destra e poi ripetuta su quella sinistra.

Nel 2019, gli stessi autori hanno validato l'utilizzo di questa scala di valutazione in pazienti con patologie respiratorie con due esempi di applicazione in casi clinici di pazienti post chirurgia cardiaca con conseguenti disfunzioni anche nei pattern respiratori³⁵. In questi casi la valutazione è risultata affidabile, con riscontro delle disfunzioni rilevate nei successivi esami strumentali eseguiti (RX).

Gli stessi autori sottolineano comunque la necessità di valutarne l'affidabilità su un campione più ampio e di studiarne la variabilità interoperatore.

OBIETTIVI DELLA TESI

Questo elaborato si pone come obiettivo una revisione della letteratura scientifica esistente in merito a valutazione e trattamento del muscolo diaframma nelle patologie muscolo-scheletriche. La popolazione presa in esame comprende pazienti con disordini muscoloscheletrici; l'intervento terapeutico deve consistere nell'utilizzo di una o più tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma; le misure di outcome considerate sono dolore e disabilità.

MATERIALI E METODI

BANCHE DATI E STRATEGIE DI RICERCA

Trattamento

Al fine di ricercare le migliori evidenze scientifiche esistenti in merito al trattamento del muscolo diaframma in una popolazione di pazienti affetti da disturbi muscolo-scheletrici è stata condotta una revisione sistematica della letteratura. La ricerca bibliografica svolta al fine di risolvere il quesito clinico posto ad inizio revisione è stata condotta consultando le banche dati elettroniche: Medline, Pedro e Scopus. Per quanto riguarda Medline è stato utilizzato il motore di ricerca PubMed. La ricerca è stata condotta nel periodo di tempo che va da Settembre 2020 a Marzo 2021.

Per la strutturazione del quesito clinico è stato seguito il modello PICOM:

- POPOLAZIONE: soggetti che presentano disturbi muscoloscheletrici.
- INTERVENTO: trattamento con una o più tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma.
- CONTROLLO: verranno presi in considerazione anche studi senza gruppo di controllo, come studi osservazionali e case report.
- OUTCOME: scale di misura riguardanti dolore e disabilità.
- METODO DI STUDIO: revisione sistematica.

PEDro

Per la ricerca degli articoli è stata utilizzata la modalità "Simple Search" utilizzando come stringa di ricerca: "diaphragm and manual therapy".

PubMed

Per la definizione della stringa di ricerca è stato utilizzato il modello PICO, ottenendo così la stringa:

((((diaphragm, respiratory[MeSH Terms]) OR ("respiratory diaphragm")) OR (diaphragm)) OR ("inspiratory muscle")) AND (((((((((((musculoskeletal diseases[MeSH Terms]) OR ("musculoskeletal diseases")) OR ("musculoskeletal disease")) OR ("musculoskeletal pain")) OR ("orthopedic disorders")) OR ("orthopedic disorder")) OR ("muscular diseases") OR ("muscular disorders") OR ("bone diseases") OR ("cartilage diseases") OR ("joint diseases")))))))) AND (((((((((((((((musculoskeletal manipulations[MeSH Terms]) OR ("musculoskeletal manipulations"))

OR (manual therapy[MeSH Terms]) OR ("manual therapy") OR ("manual technique") OR ("manual treatment") OR (osteopathic)) OR (stretching) OR (relaxation) OR (mobilization) OR ("inhibition technique")) OR (treatment))) AND (((((((pain[MeSH Terms] OR (pain)) OR ("physical suffering")) OR (ache)) OR (disability)) OR (quality of life[MeSH Terms]) OR ("quality of life")) OR ("life quality"))

Sempre attraverso il motore di ricerca PubMed sono state utilizzate stringhe di ricerca più sensibili e meno specifiche e simple research con termini liberi al fine di cercare di prevenire l'esclusione di articoli potenzialmente rilevanti. Per quanto riguarda questo argomento infatti, essendo affrontato da diverse figure professionali, è stato considerato il rischio che non venisse utilizzata una terminologia univoca.

Un esempio di altra stringa di ricerca utilizzata:

((diaphragm[MeSH Terms] OR (diaphragm)) AND (((((((musculoskeletal diseases[MeSH Terms] OR ("musculoskeletal diseases")) OR ("musculoskeletal disease")) OR ("orthopedic disorders")) OR ("orthopedic disorder")) OR ("muscular diseases")) AND (("manual treatment") OR ("manual therapy")))) AND (((pain[MeSH Terms] OR (pain)) OR (disability)))

Scopus

Per la ricerca degli articoli è stata utilizzata la modalità di "Simple Search" utilizzando come parole chiave:

- Diaphragm
- Musculoskeletal disease
- Manual therapy
- Pain
- Disability

E una ricerca che combinava queste diverse parole chiave con operatori booleani (AND, OR), come ad esempio:

"diaphragm" AND "musculoskeletal disease" AND "manual therapy"

"diaphragm" AND "musculoskeletal disease" AND "manual therapy" AND ("pain" OR "disability")

CRITERI DI ELEGGIBILITÀ

	CRITERI DI INCLUSIONE	CRITERI DI ESCLUSIONE
<i>POPOLAZIONE</i>	Dolore muscoloscheletrico	Patologie respiratorie (es. BPCO, asma)
<i>INTERVENTO</i>	Terapia manuale, stretching, tecniche di rilassamento, trattamento osteopatico	Approccio cognitivo
<i>CONTROLLO</i>	Non necessariamente sempre presente (es. case study)	
<i>OUTCOME</i>	Dolore e disabilità	ROM, estensibilità muscolare, forza dei muscoli inspiratori
<i>METODO</i>	Studi di letteratura primaria: RCT e case study in lingua inglese e di cui è reperibile il Full text	Studi secondari: revisioni sistematiche e linee guida

I criteri di inclusione sono stati definiti in base al modello PICOM: popolazione dello studio che includa pazienti con disturbi muscoloscheletrici, l'intervento terapeutico basato sull'utilizzo di una o più tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma, misure di outcome considerate dolore e disabilità. Inoltre trattandosi di una revisione della letteratura riguardo al trattamento del muscolo diaframma in pazienti con problematiche muscoloscheletriche, il quesito di ricerca considerato riguarda l'efficacia di trattamento; sono stati quindi presi in esame studi di letteratura primaria quali RCT e case study.

Sono poi stati inclusi in particolare articoli pubblicati dall'anno 2000 in poi, in lingua inglese e di cui è reperibile il full-text.

I criteri di esclusione sono stati: articoli riguardanti revisioni sistematiche, popolazione di pazienti con disturbi non muscolo-scheletrici (ad esempio pazienti affetti da BPCO), trattamento non basato sull'utilizzo di tecniche di terapia manuale, misure di outcome considerate diverse da dolore e disabilità (ad esempio ROM, estensibilità muscolare, forza muscolare).

PROCEDIMENTO DI SELEZIONE DEGLI STUDI

La selezione degli studi è stata eseguita tramite l'utilizzo di PRISMA flow diagram. In particolare, la prima selezione degli articoli di interesse è stata eseguita attraverso la lettura di titolo ed abstract, mentre una seconda selezione è stata attuata attraverso la lettura completa dei full text degli articoli.

Nell'introduzione si fa riferimento ad articoli (riportati in bibliografia di background) che non rientrano nella revisione ma che sono stati impiegati come base per una raccolta dati più ampia ed esaustiva

circa la correlazione tra problematiche muscolo-scheletriche e la compresenza di disfunzione dei pattern respiratori.

VALUTAZIONE QUALITATIVA DEGLI STUDI

Trattandosi di studi di letteratura primaria riguardo al trattamento, i principali BIAS da considerare sono: selection bias, performance bias, attrition bias, detection bias, reporting bias.

La valutazione del rischio di bias per i randomised trial verrà fatta tramite il tool RoB 2.0 (Risk of Bias 2.0) della Cochrane. Questa si basa su 5 domini, incentrati su differenti aspetti dello studio quali disegno, conduzione e risultati:

1. Risk of bias arising from the randomization process;
2. Risk of bias due to deviations from the intended interventions (effect of assignment to intervention + effect of adhering to intervention);
3. Missing outcome data;
4. Risk of bias in measurement of the outcome;
5. Risk of bias in selection of the reported result.

Per quanto riguarda invece la valutazione qualitativa del dataset di uno studio pilota non sono state utilizzate scale validate, ma è stata effettuata una valutazione soggettiva considerando l'esaustività delle informazioni relative a trattamento e misure di outcome riportate.

Valutazione

Per la ricerca bibliografica riguardante la valutazione manuale del muscolo diaframma è stata utilizzata la banca dati elettronica Medline, attraverso il motore di ricerca PubMed. La ricerca è stata condotta nel periodo di tempo che va da Settembre 2020 a Marzo 2021. E' stata utilizzata una stringa di ricerca semplice:

((diaphragm[MeSH Terms]) OR (diaphragm)) OR ("inspiratory muscle") AND ("manual evaluation")

RISULTATI

SELEZIONE DEGLI STUDI

Relativamente al trattamento, le stringhe di ricerca utilizzate all'interno delle diverse banche dati hanno portato al reperimento di un totale di 631 articoli potenzialmente eleggibili, di cui:

- 195 da Pubmed
- 4 da PEDro
- 432 da Scopus

Tra questi, sono stati eliminati i duplicati, ottenendo così 627 articoli.

Di ciascuno di essi è stato analizzato inizialmente il titolo e successivamente l'abstract al fine di valutare l'aderenza o meno agli obiettivi della revisione. Sono stati dunque esclusi 611 articoli, in quanto ritenuti non pertinenti allo scopo dell'elaborato.

Tra gli articoli rimasti, solo 1 articolo è stato escluso dallo screening in quanto non è stato possibile reperire il Full text.

Si è proceduto quindi con la lettura dei Full text dei rimanenti 15 articoli. Da questa fase di selezione sono stati esclusi 12 articoli in base a:

- 2 articoli sono revisioni di letteratura, mentre nella ricerca si è scelto di includere solo studi di letteratura primaria.
- 4 RCT in cui il trattamento è focalizzato su esercizi della muscolatura inspiratoria e non propriamente su tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma.
- 2 RCT riguardano pazienti affetti da BPCO, senza differenti problematiche muscoloscheletriche.
- 2 RCT considerano come popolazione soggetti asintomatici e pongono misure di outcome diverse da quelle impostate nei criteri di eleggibilità (dolore e disabilità).
- 1 RCT riguarda pazienti con Short-Hamstring syndrome ma considera misure di outcome differenti rispetto ai criteri di inclusione posti a inizio elaborato.
- 1 case series di pazienti con SJP (sacroiliac joint pain) che basa il trattamento sul motor learning e non su tecniche di terapia manuale.

Al termine del processo di selezione sono stati quindi inclusi nell'elaborato 3 articoli.

Il processo di selezione appena descritto è riassunto nel diagramma di flusso posto in seguito.

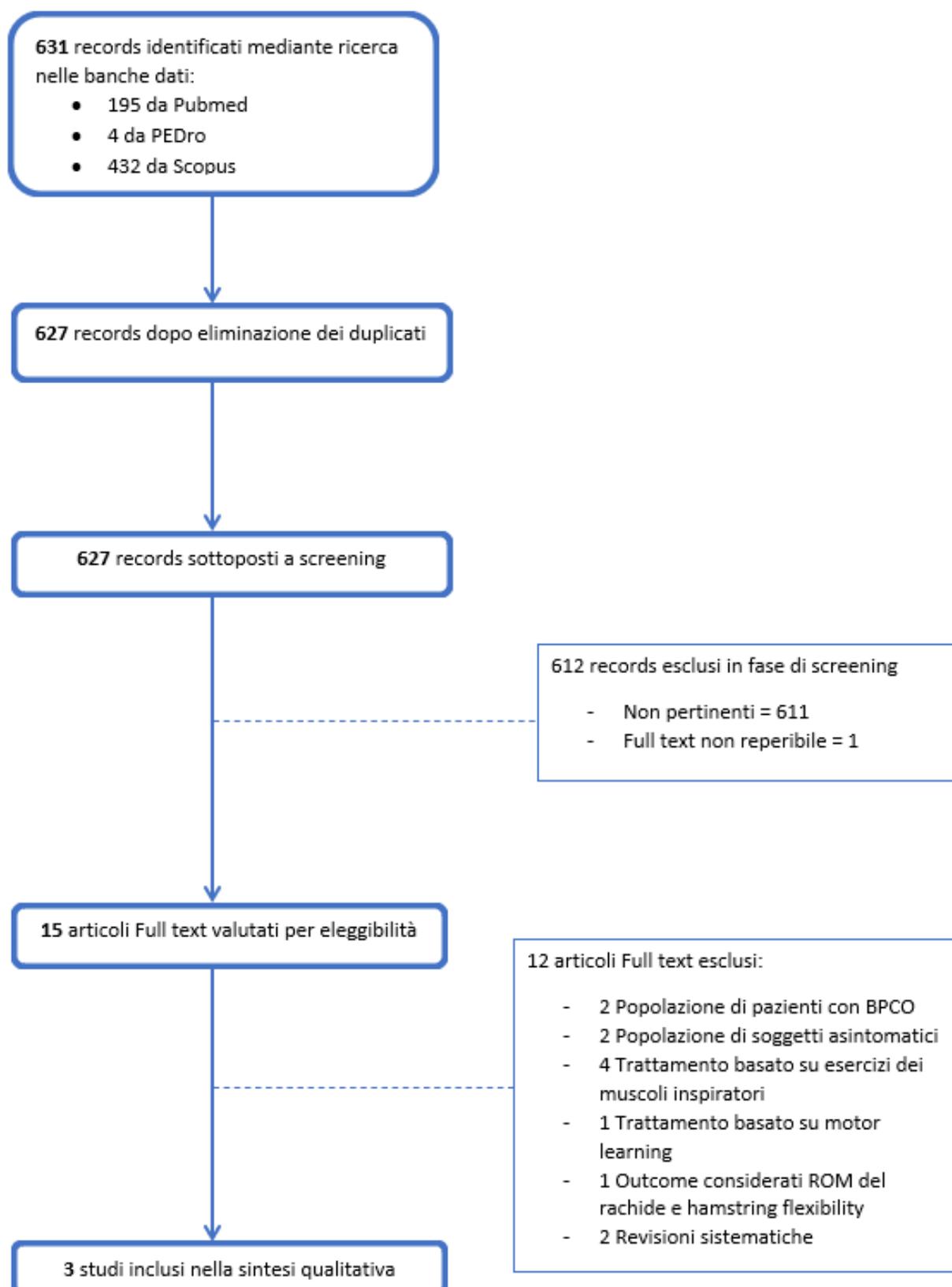


Figura 3. Diagramma di flusso relativo agli step di selezione degli articoli

Per quanto riguarda invece la ricerca bibliografica circa la valutazione manuale del muscolo diaframma sono stati reperiti 3 articoli eleggibili; a questi è stato aggiunto un quarto articolo individuato tramite la lettura dell'articolo del 2019 di Bordoni³⁵, in quanto non rintracciato con la stringa di ricerca iniziale. Sono stati quindi analizzati i full text di 4 articoli, riguardanti valutazione manuale e validità della stessa nella valutazione della funzionalità del muscolo diaframma, al fine di individuarne limitazioni ed impairment su cui basare il trattamento.

SINTESI DEGLI STUDI INCLUSI

Per ogni studio incluso nella revisione riguardante il trattamento si è voluto mettere in evidenza gli aspetti principali in modo tale da avere una visione più chiara e rendere più efficiente un confronto tra i diversi risultati, evidenziando gli outcome considerati.

All'interno di ogni tabella, per ogni singolo studio, sono indicati:

- Autore ed anno di pubblicazione
- Disegno di studio
- Campione coinvolto e caratteristiche principali
- Intervento e numero di trattamenti
- Gruppo di controllo
- Outcome presi in considerazione
- Risultati: sintesi dei principali risultati degli studi

“Osteopathic Manipulative Treatment Including Specific Diaphragm Techniques Improves Pain and Disability in Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Trial”

AUTORE ED ANNO DI PUBBLICAZIONE	Martí-Salvador et al. (2018)
DISEGNO DI STUDIO	RCT
CAMPIONE E CARATTERISTICHE	66 pazienti con non specific LBP > 3 mesi, età compresa tra 18 e 60 anni
INTERVENTO E NUMERO DI SEDUTE	OMT protocol + diaphragm techniques 5 sedute in 4 settimane
GRUPPO DI CONTROLLO	OMT protocol + sham diaphragm techniques
MISURE DI OUTCOME	<i>Dolore</i> (VAS e Short- Form McGill Pain Questionnaire), <i>disabilità</i> (Roland Morris Questionnaire e Oswestry Disability Index), <i>paura</i> (Fear Avoidance Beliefs Questionnaire), <i>ansia e depressione</i> (Hospital Anxiety and Depression Scale), <i>catastrofizzazione</i> (Pain Catastrophizing Scale), <i>soddisfazione</i> (Treatment Satisfaction Scale)

RISULTATI	<p>L'analisi per confronti multipli tra i gruppi ha rilevato un miglioramento statisticamente significativo sia nei valori di SF-MPQ e VAS, relativi al dolore, registrati a 4 e 12 settimane nel gruppo che ha svolto anche tecniche manuali sul muscolo diaframma rispetto al gruppo sham. Questo miglioramento è risultato anche clinicamente rilevante.</p> <p>Anche per quanto riguarda l'item disabilità (valori di ODI e RMQ) la differenza tra i gruppi riscontrata a 4 e 12 settimane è risultata statisticamente significativa. Questo miglioramento è risultato anche clinicamente rilevante.</p> <p>È risultata una differenza statisticamente significativa anche nei valori di FABQ, HADS e PCS, sempre a favore del gruppo sperimentale.</p>
------------------	---

“Effectiveness of standard cervical physiotherapy plus diaphragm manual therapy on pain in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial”

AUTORE ED ANNO DI PUBBLICAZIONE	Simoni et al. (2021)
DISEGNO DI STUDIO	RCT
CAMPIONE E CARATTERISTICHE	40 pazienti con Neck Pain cronico > 3 mesi, età compresa tra 18 e 65 anni
INTERVENTO E NUMERO DI SEDUTE	Cervical physiotherapy treatment + Diaphragmatic Manual Therapy (Manual Diaphragm Release Technique + Doming the Diaphragm) 3 sedute in 4 settimane
GRUPPO DI CONTROLLO	Cervical physiotherapy treatment + Sham Diaphragm Technique
MISURE DI OUTCOME	<i>Dolore</i> (NPRS), AROM (inclinometro), PPT trapezi e SCOM (algometro), <i>disabilità</i> (Neck Disability Index), qualità di vita (Short Form-36), eventi avversi
RISULTATI	<p>Non vi sono state differenze statisticamente significative per quanto riguarda l'outcome primario (dolore).</p> <p>Risulta però un miglioramento statisticamente significativo generale delle condizioni dei pazienti (p-value del risultato globale = 0,00019996).</p> <p>Solo un fattore, PPT del trapezio destro tra secondo e terzo trattamento, ha un effetto statisticamente significativo (p-value = 0.029).</p>

“Effects of diaphragm muscle treatment in shoulder pain and mobility in subjects with rotator cuff injuries: a dataset derived from a pilot clinical trial”

AUTORE ED ANNO DI PUBBLICAZIONE	Fernández-López et al. (2021)
DISEGNO DI STUDIO	Pilot clinical trial

CAMPIONE E CARATTERISTICHE	27 pazienti con dolore di spalla e diagnosi di patologia alla cuffia dei rotatori, età compresa tra 18 e 65 anni
INTERVENTO E NUMERO DI SEDUTE	Gruppo 1: 3 diaphragm manual therapy techniques (stretching, release, stretching) Gruppo 2: active breathing exercises 1 seduta
GRUPPO DI CONTROLLO	Compressione ischemica di Trigger Points di sopraspinato e infraspinato
MISURE DI OUTCOME	AROM flessione, abduzione e rotazione esterna (inclinometro), <i>dolore</i> (NPRS nei movimenti di flessione, abduzione e rotazione esterna), PPT a livello di sovraspinato, processo xifoideo e processo spinoso C4 (algometro)
RISULTATI	<p>Per quanto riguarda l'AROM sono risultati statisticamente significativi i miglioramenti in flessione e abduzione del gruppo 1 rispetto al gruppo 2, in abduzione e rotazione esterna del gruppo controllo rispetto al gruppo 2, in rotazione esterna del gruppo controllo rispetto al gruppo 1.</p> <p>Per quanto riguarda la PPT sono risultati statisticamente significativi i miglioramenti a livello di processo xifoideo e C4 del gruppo 1 rispetto al gruppo 2, e a livello del processo xifoideo del gruppo 1 rispetto al gruppo controllo. Inoltre per questo item è risultato clinicamente rilevante il miglioramento di PPT a livello del processo xifoideo per il gruppo 1.</p> <p>Nell'analisi multivariata tra i tre gruppi tutte le differenze sono risultate statisticamente significative, ad eccezione della PPT a livello del trapezio.</p> <p>Per quanto riguarda il dolore sono risultati statisticamente significativi i miglioramenti in flessione e abduzione del gruppo 1 rispetto al gruppo 2, in abduzione e rotazione esterna del gruppo controllo rispetto al gruppo 2.</p> <p>Nell'analisi multivariata tra i tre gruppi tutte le differenze sono risultate statisticamente significative.</p> <p>Inoltre sono risultati clinicamente rilevanti, all'interno dei gruppi, i miglioramenti di NPRS nei movimenti di abduzione e rotazione esterna per il gruppo di controllo, nei movimenti di flessione e abduzione per il gruppo 1.</p>

SINTESI DEI RISULTATI

In questo elaborato, seguendo il modello PICOM, le misure di outcome prese in considerazione sono quelle riguardanti dolore e disabilità. Negli studi analizzati, sono inoltre presi in considerazione anche outcome secondari riportati nei risultati.

Per quanto riguarda l'item "**dolore**" viene considerata come misura di outcome la scala NPRS negli studi di Simoni³⁸ e di Fernández-López³⁹; mentre nello studio di Martí-Salvador⁴⁰ vengono prese in considerazione la scala VAS e lo Short-Form McGill Pain Questionnaire. Proprio in quest'ultimo studio, che indaga una popolazione di pazienti con LBP aspecifico, viene rilevata attraverso l'analisi statistica un miglioramento in termini di dolore che risulta statisticamente significativo e clinicamente rilevante, a favore del gruppo che ha ricevuto anche un trattamento con tecniche di

terapia manuale rivolte al muscolo diaframma rispetto al gruppo che ha ricevuto invece tecniche sham.

Nello studio di Simoni, che indaga invece una popolazione di pazienti con neck pain, non viene rilevata alcuna differenza statisticamente significativa per quanto riguarda l'outcome dolore; risulta statisticamente significativo solo il miglioramento della condizione generale del paziente. Infine, nello studio di Fernández-López, che indaga una popolazione di pazienti con patologia di cuffia dei rotatori, l'analisi statistica rileva una significatività per quanto riguarda i miglioramenti nel dolore nei movimenti di flessione e abduzione a favore del gruppo 1 (diaphragm) rispetto al gruppo 2 (active breathing), in abduzione e rotazione esterna del gruppo controllo rispetto al gruppo 2. È da sottolineare anche come clinicamente rilevante il miglioramento in termini di NPRS all'interno dei singoli gruppi: nei movimenti di abduzione e rotazione esterna per il gruppo di controllo, nei movimenti di flessione e abduzione per il gruppo 1.

Analizzando invece l'item "**disabilità**", trattandosi di studi che indagano differenti patologie muscoloscheletriche, le misure di outcome prese in considerazione non corrispondono tra i diversi studi; questo rende ancor più difficile un confronto tra i risultati estrapolati dai diversi articoli presi in considerazione.

In particolare nello studio di Martí-Salvador⁴⁰ vengono prese in considerazione come misure di outcome il Roland Morris Questionnaire e l'Oswestry Disability Index; per entrambe la differenza rilevata a favore del gruppo trattato con tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma è risultata statisticamente significativa e clinicamente rilevante.

Nella popolazione di pazienti con neck pain, analizzata nello studio di Simoni³⁸, è stata invece presa in considerazione come misura di outcome la Neck Disability Index; in questo caso però non è stata rilevata alcuna differenza statisticamente significativa tra i diversi gruppi, ma solo una significatività nel miglioramento della condizione generale del paziente.

Infine nell'ultimo studio preso in considerazione non viene considerata alcuna misura di outcome relativa alla disabilità.

VALUTAZIONE CRITICA DEGLI STUDI INCLUSI

Nella seguente revisione, la valutazione qualitativa dei Randomized Controlled Trials è stata effettuata tramite l'utilizzo del tool RoB 2.0 (Risk of Bias 2.0) della Cochrane.

All'interno di ogni dominio alcune domande mirano ad ottenere informazioni sulle caratteristiche dello studio che sono rilevanti per il rischio di bias; sulla base delle risposte a queste domande viene espresso un giudizio sul rischio di bias derivante da ciascun dominio. Il giudizio può essere un rischio di bias "low" o "high" oppure può esprimere "some concerns".

La scala è stata utilizzata per gli RCT che hanno superato lo screening. Per ogni giudizio di rischio di bias è stato assegnato un codice colore: verde per un basso rischio, giallo per un rischio moderato e rosso per un alto rischio.

ARTICOLO	Domain 1 SELECTION BIAS	Domain 2 PERFORMANCE BIAS	Domain 3 ATTRITION BIAS	Domain 4 DETECTION BIAS	Domain 5 REPORTING BIAS
Martì-Salvador, 2018	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW
Simoni, 2021	LOW	LOW	SOME CONCERNS	LOW	LOW

Il primo articolo a cui si fa riferimento è quello di Martì-Salvador⁴⁰, del 2018. In questo studio la popolazione comprendeva pazienti con non specific low back pain, persistente da più di 3 mesi, di età compresa tra i 18 e i 60 anni. I 66 pazienti inclusi nello studio sono stati assegnati al gruppo di trattamento del diaframma (n = 33) o gruppo di trattamento del diaframma fittizio (n = 33) utilizzando un generatore di numeri casuali computerizzato; inoltre l'allocazione è stata nascosta a tutti gli operatori che hanno contribuito allo studio, ad eccezione del fisioterapista. Questi aspetti contribuiscono sicuramente a mantenere un basso rischio di selection bias.

Entrambi i gruppi hanno ricevuto un trattamento secondo OMT protocol, descritto in dettaglio nell'articolo. Inoltre il gruppo sperimentale è stato trattato con 4 specifiche tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma; i soggetti del gruppo di controllo hanno invece ricevuto tecniche sham che consistevano nel solo contatto manuale senza alcuno scopo terapeutico. Entrambi i trattamenti sono stati svolti dallo stesso fisioterapista su tutti i soggetti. I pazienti erano all'oscuro dell'efficacia o inefficacia terapeutica del trattamento ricevuto, tuttavia il terapeuta non poteva essere in cieco a causa della tipologia di trattamento erogato.

Solo due soggetti hanno abbandonato lo studio, il che rende bassa anche la stima di attrition bias. I risultati dimostrano un miglioramento statisticamente significativo in tutti gli outcome considerati a favore del gruppo che ha ricevuto come trattamento anche tecniche manuali rivolte al muscolo diaframma rispetto al gruppo che ha ricevuto tecniche sham. Questa significatività si ritrova ad entrambi i follow-up di 4 e 12 settimane. Inoltre da sottolineare come i miglioramenti nelle misure di dolore e disabilità siano anche risultati clinicamente rilevanti.

I ricercatori che hanno analizzato i risultati erano in cieco circa il trattamento ricevuto dai pazienti, riducendo così il rischio di detection bias.

Da questa analisi emerge come lo studio sia stato svolto adottando tutte le strategie per ridurre il rischio di bias. Inoltre tutte le tecniche utilizzate nello studio sono descritte in maniera dettagliata, tali da rendere lo studio riproducibile nella pratica clinica.

Il secondo articolo analizzato riguarda il recente studio di Simoni³⁸, che analizza l'efficacia di un trattamento che comprenda anche tecniche manuali rivolte al muscolo diaframma nella gestione di pazienti con neck pain. I 40 pazienti sono stati assegnati al gruppo di trattamento e di controllo utilizzando un sito web per la randomizzazione; un ricercatore esterno si è occupato dell'assegnazione dei pazienti ai due gruppi. Questo giustifica un giudizio di basso rischio di selection bias.

Tutti i pazienti hanno ricevuto 3 sedute di trattamento in un periodo di 4 settimane. Entrambi i gruppi hanno ricevuto durante il trattamento tecniche rivolte al rachide cervicale (mobilizzazioni, HVLA, trattamento dei tessuti molli); i pazienti nel gruppo sperimentale hanno inoltre ricevuto tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma (Manual Release Technique e Doming the Diaphragm), mentre i pazienti del gruppo di controllo hanno ricevuto tecniche sham. Le tecniche utilizzate sono descritte dettagliatamente nell'articolo. Un solo fisioterapista ha trattato entrambi i gruppi, riducendo così il rischio di performance bias.

Nonostante non tutti i pazienti abbiano completato il trattamento e si siano ripresentati al follow-up a 6 mesi, la perdita in percentuale è risultata inferiore al 15%, ed è quindi da considerarsi trascurabile, tale da permettere comunque una corretta analisi dei dati.

I risultati non mostrano differenze statisticamente significative per quanto riguarda l'outcome primario, e di interesse del nostro elaborato, ossia il dolore. Risulta invece un miglioramento statisticamente significativo della condizione generale dei pazienti. I risultati sono stati rilevati da 4 esaminatori, che erano all'oscuro del trattamento ricevuto dai pazienti (così come i pazienti stessi). Questo aspetto contribuisce sicuramente a mantenere un basso rischio di detection bias.

Anche in questo caso, così come nello studio analizzato in precedenza, nonostante una quota di pazienti che hanno abbandonato lo studio, il rischio di bias può considerarsi basso.

Infine nell'elaborato è stato preso in considerazione un dataset di uno studio pilota recente di Fernández-López³⁹, che ha preso in considerazione una popolazione di 27 pazienti con dolore di spalla e diagnosi di patologia alla cuffia dei rotatori. In questo studio i pazienti sono stati suddivisi in maniera randomizzata in 3 gruppi e sono stati così confrontati gli effetti di tre diversi trattamenti: tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma, esercizi attivi focalizzati sulla respirazione e trattamento dei Trigger Points di sovraspinato e infraspinato. Tutti i pazienti sono stati trattati dallo stesso fisioterapista.

Nell'articolo sono descritte nel dettaglio sia le tecniche di trattamento che il procedimento di analisi statistica dei dati, migliorando in questo modo la riproducibilità del trattamento, anche per futuri studi che abbiano a disposizione un campione adeguato.

Un limite in questo studio è che solo il valutatore era all'oscuro del trattamento ricevuto dai pazienti. I risultati in questo caso dimostrano una significatività statistica in tutti gli outcome considerati. Per quanto riguarda l'outcome dolore, di interesse in questo elaborato, si sottolinea il miglioramento statisticamente significativo dei valori di NPRS nei movimenti di flessione e abduzione a favore del gruppo che ha ricevuto anche tecniche rivolte al muscolo diaframma rispetto al gruppo che ha svolto esercizi attivi sulla respirazione; non significativa invece la differenza rispetto al gruppo di controllo. Nell'analisi multivariata tra i tre gruppi tutte le differenze sono risultate statisticamente significative, ad eccezione della PPT a livello del trapezio.

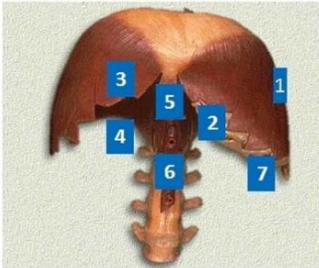
Riguardo alla valutazione manuale del muscolo diaframma, l'autore che più di tutti si è occupato di questo aspetto è B. Bordoni, che insieme alla sua equipe ha ideato e validato un metodo di valutazione manuale del muscolo diaframma³⁷. Questa scala di valutazione è stata denominata dagli autori MED Scale, ossia Manual Evaluation of the Diaphragm Scale. Essa nasce dalla necessità del clinico di poter attuare una corretta valutazione del muscolo diaframma al fine di migliorare l'utilizzo complementare di fisioterapia e terapia manuale all'interno del trattamento.

Il metodo valutativo proposto si è basato su conoscenze anatomiche e fisiologiche, oltre che sull'esperienza clinica degli autori³⁶.

La valutazione è suddivisa in 7 parti, ognuna corrispondente ad una diversa regione anatomica; vengono analizzati: movimento delle coste, margine costale anteriore, cupola diaframmatica, area posterolaterale, area del processo xifoideo, legamento mediale, legamenti laterali.

Come si può osservare in Figura 4, a sinistra vi è un'immagine del diaframma, con numeri che rappresentano le aree di palpazione; a destra i valori numerici a cui fare riferimento per determinare la mobilità o la limitazione delle diverse strutture del diaframma. Nella parte inferiore del foglio, a sinistra, è mostrata la successione palpatoria consigliata, numericamente organizzata, con i numeri corrispondenti a quelli dell'immagine del diaframma precedentemente descritta. Immediatamente a destra, ci sono spazi per registrare se la disfunzione è destra o sinistra e spazi vuoti per segnare il valore trovato durante l'iter palpatorio.

MED SCALE
Manual Evaluation of the Diaphragm



1 No restriction of movement				
2 Slight restriction of movement				
3 Medium restrictions of movement				
4 Strong restriction of movement				
5 No movement				

1 Costal movements	right	left		
2 Anterior costal margin	right	left		
3 Diaphragmatic domes	right	left		
4 Posterolateral area	right	left		
5 Xyphoid-costal area				
6 Medial pillars				
7 Lateral pillars	right	left		

Figura 4. MED Scale

Per ogni area di palpazione è possibile assegnare un punteggio da 1 a 5, dall'assenza di limitazioni di movimento (1) alla completa assenza di motilità (5) percepita dalla palpazione; il valore 2 indica una lieve riduzione dell'escursione di movimento, che scompare una volta che l'operatore richieda una inspirazione forzata; il valore 3 indica una riduzione significativa dell'escursione di movimento del diaframma e percezione di rigidità dei tessuti alla palpazione, questa non scompare se richiesta una inspirazione forzata; infine il valore 4 indica limitazioni di movimento più importanti. La valutazione viene effettuata sulla porzione destra e poi ripetuta sulla sinistra.

Nell'articolo sono descritte in maniera dettagliata per ogni area di palpazione la posizione del paziente e quella delle mani del terapeuta, oltre alla caratteristica da ricercare nella palpazione ad ogni step di valutazione.

Lo scopo principale di questa scala è quello di capire se esiste una limitazione del movimento in una specifica area del muscolo diaframma, al fine di pianificare un trattamento manuale focalizzato sull'area disfunzionale^{36,37}.

Dopo questa prima proposta di valutazione gli stessi autori hanno pubblicato nel 2019 un articolo di validazione³⁵, utilizzando questa scala in una popolazione di pazienti con patologie cardio-respiratorie. In questi casi la valutazione è risultata affidabile, con riscontro delle disfunzioni rilevate nei successivi esami strumentali eseguiti (RX).

DISCUSSIONE

Il muscolo diaframma, da sempre riconosciuto come uno dei muscoli più importanti dell'organismo per il suo ruolo chiave nella respirazione, solo di recente diventa target di trattamento in una popolazione di pazienti con disturbi muscolo-scheletrici. Nella ricerca bibliografica condotta e dai risultati ottenuti si può infatti notare come gli articoli di pertinenza, utili a rispondere al quesito clinico posto a inizio elaborato, risultino scarsi e risalgano tutti agli ultimi anni. Questo aspetto può essere dovuto al fatto che la funzione del muscolo diaframma o una sua disfunzione sia stata analizzata in passato in una popolazione diversa da quella presa in esame in questo elaborato; per ovvie ragioni è stata precedentemente considerata una popolazione di pazienti con patologie respiratorie^{26,27}. In questi studi l'assunto alla base è che una patologia respiratoria, come la BPCO, possa alterare i pattern respiratori del paziente e quindi compromettere la funzione diaframmatica²⁸. Nel primo studio RCT²⁷ è stata dimostrata l'efficacia della "Manual Diaphragm Release Technique" in questa popolazione di pazienti con un incremento a fine trattamento di mobilità diaframmatica, capacità inspiratoria e resistenza allo sforzo. Nello studio di Nair²⁶ invece, un crossover trial randomizzato, sono state messe a confronto due tecniche diverse: "Diaphragmatic Stretch Technique" e "Manual Diaphragm Release Technique". Entrambe sono risultate efficaci nel migliorare l'escursione di movimento del diaframma al termine del trattamento, senza differenze statisticamente significative fra loro.

L'indagine sul trattamento del muscolo diaframma ha interessato però anche altre popolazioni di pazienti, affette invece da disturbi muscolo-scheletrici; questo perché la letteratura recente ha evidenziato come sintomi muscoloscheletrici possono essere direttamente o indirettamente influenzati da impairments provenienti da varie regioni e sistemi del corpo indipendentemente dalla vicinanza alla zona del sintomo¹².

Questa ricerca trova fondamento sulle diverse funzioni attribuite al diaframma. Già in passato diversi autori hanno per esempio attribuito al muscolo diaframma anche altre funzioni oltre a quella respiratoria, come ad esempio la sua influenza sulla postura. Ovviamente il diaframma non è in grado di muovere volontariamente il rachide, nonostante le sue inserzioni sulla colonna lombare, ma la sua contrazione sembra contribuire alla stabilità del tronco grazie all'aumento della pressione intra-addominale che viene causata appunto dalla sua contrazione⁴¹. Questa doppia funzionalità, respiratoria e posturale, viene svolta da questo muscolo contemporaneamente⁴². Anche studi più recenti che hanno analizzato il movimento del muscolo diaframma durante la respirazione utilizzando MRI e spirometro simultaneamente hanno dimostrato questa doppia funzione⁴³. Essendo le due azioni simultanee se aumenta la richiesta in una delle due, l'altra funzione tende ovviamente

a decrescere: se la richiesta di flusso respiratorio aumenta, il ruolo del diaframma nella stabilità del rachide lombare diminuisce^{31,44}.

Proprio su questa doppia funzione del muscolo diaframma si basa lo studio di Martí-Salvador⁴⁰ che ha studiato l'influenza di un trattamento con tecniche manuali rivolte al muscolo diaframma in una popolazione di pazienti affetti da LBP cronico aspecifico. Alcuni autori hanno infatti mostrato la compresenza di LBP e alterazione dei pattern respiratori⁴⁵. Già in passato alcuni studi avevano analizzato e dimostrato l'efficacia di un trattamento con training della muscolatura inspiratoria in questa popolazione di pazienti⁴⁶⁻⁴⁸. In particolare in questi studi è stata analizzata l'efficacia dell'approccio IMT (inspiratory muscle training) in un ciclo di trattamento della durata di 8 settimane: in tutti gli articoli citati il miglioramento dei pazienti in termini di dolore è risultato significativo a fine trattamento; inoltre Janssens⁴⁶ ha osservato come sia più efficace il trattamento con elevata intensità rispetto a quello a bassa intensità. In uno studio condotto invece da Mehling⁴⁹, i miglioramenti in termini di disabilità e dolore non sono risultati statisticamente significativi tra i gruppi (breath therapy e physical therapy), portando entrambi ad un miglioramento equiparabile al termine delle 8 settimane di trattamento. In parte in accordo con questi risultati, anche lo studio di Janssens⁴⁶ non ha rilevato alcun miglioramento significativo in termini di disabilità al termine del trattamento.

Oltre a questi articoli però, nessuno studio aveva mai analizzato un approccio con tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma in una popolazione di pazienti con LBP.

I risultati ottenuti da Martí-Salvador⁴⁰ vanno ad avvalorare la tesi secondo cui LBP e alterati pattern respiratori possano essere correlati, rilevando una differenza statisticamente significativa tra gruppo di trattamento e quello di controllo in termini di dolore e disabilità a fine trattamento; suggeriscono quindi che LBP e disfunzione diaframmatica siano correlabili, e in conseguenza di questo, che un miglioramento della funzione del muscolo diaframma possa ridurre dolore e disabilità in questa popolazione di pazienti⁴⁰.

Gli autori giustificano i risultati ottenuti basandosi su due principali concetti: la teoria del gate control e l'esistenza di un sistema antinocicettivo mediato dalla stimolazione del nervo vagale (che innerva in parte il muscolo diaframma). Per quanto riguarda la teoria del gate control si tratta del presupposto per cui l'applicazione di uno stimolo sulla pelle tende a contrastare gli impulsi dolorosi guidati da fibre nervose di piccolo diametro quando questo stimolo è condotto da fibre nervose di diametro maggiore, inibendo così il dolore a livello spinale⁴⁰. In realtà non è sicuramente l'unico fattore che gestisce le tecniche di terapia manuale; infatti mentre all'inizio sembrava che la terapia manuale fosse solo uno strumento utile ad inibire gli stimoli nocicettivi periferici, in realtà ora sono riportate evidenze che siano compresenti meccanismi corticali che vengono dall'alto e meccanismi tissutali periferici che vanno ad inibire i meccanismi infiammatori e a favorire quelli che sono i meccanismi antinfiammatori e antidolorifici⁵⁰.

I risultati appena riportati contrastano con quelli rilevati invece dallo studio di Simoni³⁸, in cui tecniche manuali rivolte al muscolo diaframma sono state applicate nel trattamento di pazienti con neck pain cronico. In questo studio infatti gli autori non hanno trovato alcuna differenza significativa in termini di dolore tra il gruppo di trattamento e quello di controllo. Il presupposto dello studio si basava sul collegamento strutturale e funzionale tra muscolo diaframma e rachide cervicale; già alcuni studi in precedenza avevano dimostrato un'efficacia di trattamento in questi termini: prove preliminari di tali associazioni nella pratica clinica in termini del trattamento del diaframma appaiono in diversi studi^{33,51,52}. I risultati dello studio di McCoss³³ mostrano che la tecnica di "Diaphragm Release" produce effetti ipotalgesici significativi e istantanei sul rachide cervicale rispetto a nessun trattamento. Inoltre, Yeampattanaporn⁵² ha riportato che la rieducazione dei muscoli respiratori in pazienti con neck pain cronico può ridurre il dolore e l'attività dei muscoli accessori della respirazione (sternocleidomastoideo, trapezio, scaleni) e migliorare la mobilità del rachide cervicale. Tuttavia, le associazioni tra dolore al collo e sistema respiratorio sono state poco indagate fino ad oggi⁵³ e nessuno studio pubblicato valuta il dolore, la mobilità, la disabilità e la qualità della vita dopo il trattamento combinato di rachide cervicale e diaframma.

I risultati dello studio di Simoni⁵⁴ vengono giustificati dagli autori per il fatto che la popolazione presa in esame è affetta da dolore cronico, in cui possono essere compresenti diversi meccanismi di dolore; in questi pazienti infatti il dolore può essere influenzato sia da menomazioni strutturali che da sensibilizzazione centrale⁵⁵. In linea con le evidenze attuali sarebbe quindi più appropriato un approccio multimodale¹⁸, con una componente di educazione e di esercizio terapeutico associata alla fisioterapia "standard". Il trattamento multimodale rimane infatti quello indicato come più appropriato nella letteratura scientifica^{13,14,55}; Simoni e colleghi⁵⁴ infatti non escludono che anche l'utilizzo associato di terapie fisiche, oltre alla fisioterapia "standard", possa portare ad una interazione positiva delle due componenti che permetta quindi di ampliare l'efficacia del trattamento rivolto al muscolo diaframma in modo da renderla evidente e statisticamente significativa. Viene inoltre sottolineato come dose e durata del trattamento utilizzati nello studio (3 sedute in 4 settimane) siano un aspetto che potrà essere messo in discussione e riformulato da studi futuri; gli stessi autori sottolineano infatti come 3 sessioni di trattamento possano non essere sufficienti per determinare un cambiamento importante e stabile negli esiti dei pazienti.

Non viene quindi escluso un possibile effetto positivo del trattamento del muscolo diaframma sul neck pain, ma questo deve essere attuato con la consapevolezza delle limitate evidenze ad ora presenti in letteratura.

Il confronto tra questi due RCT risulta difficile in quanto vengono prese in considerazione popolazioni diverse di pazienti e il trattamento applicato e la sua frequenza risultano eterogenei tra i due studi. Emergono inoltre alcune limitazioni in entrambi. Nel primo caso⁴⁰ innanzitutto non sono stati analizzati altri interventi contemporanei alla sperimentazione che avrebbero potuto influenzare i risultati, come ad esempio farmaci o altri trattamenti specialistici; questo aspetto è stato analizzato

all'inizio dello studio per rendere i due campioni omogenei, ma non è stato poi tenuto in considerazione durante la conduzione della sperimentazione. Nel secondo studio³⁸ invece va evidenziato il fatto che i valutatori che hanno condotto le valutazioni iniziali non sono stati in grado di completare la sperimentazione e sono quindi stati sostituiti da due nuovi valutatori nella misura degli outcome a fine trattamento; inoltre una percentuale del 15% dei partecipanti non è arrivata al follow-up, valore limite di cut-off per la definizione di un attrition bias che possa essere trascurato.

L'ultimo studio preso in esame per quanto riguarda il trattamento del muscolo diaframma è uno studio pilota in una popolazione di pazienti affetti da problematiche a livello della cuffia dei rotatori³⁹. Lo scopo dello studio era quello di osservare l'efficacia immediata di ciascun intervento negli outcome di ROM e dolore della spalla nei soggetti con lesioni della cuffia dei rotatori; da qui comprendere come il trattamento del muscolo diaframma possa influire sul dolore di spalla. I gruppi messi a confronto in questo caso erano 3: un gruppo trattato con tecniche manuali rivolte al muscolo diaframma, un gruppo a cui sono stati proposti esercizi di respirazione attiva e il gruppo di controllo trattato con compressione ischemica di trigger points a livello di sovraspinato e infraspinato. Questo aspetto è da sottolineare in quanto non solo è stata analizzata l'efficacia di un trattamento del muscolo diaframma in pazienti con patologia di spalla, ma all'interno di questo sono state comparate due diverse strategie: "Diaphragm Manual Therapy Technique" e "Active Breathing Exercise".

Riguardo ai risultati inerenti all'outcome di dolore, di interesse in questo studio, nell'analisi multivariata tra i tre gruppi tutte le differenze sono risultate statisticamente significative. In particolare sono risultati statisticamente significativi i miglioramenti nei movimenti di flessione e abduzione del gruppo "Diaphragm Manual Therapy Techniques" rispetto al gruppo "Active Breathing Exercise", nei movimenti di abduzione e rotazione esterna del gruppo controllo rispetto al gruppo "Active Breathing Exercise". Inoltre sono risultati clinicamente rilevanti, all'interno dei gruppi, i miglioramenti di NPRS nei movimenti di abduzione e rotazione esterna per il gruppo di controllo, nei movimenti di flessione e abduzione per il gruppo "Diaphragm Manual Therapy Techniques".

Questi risultati sembrano quindi portare a delle prime evidenze di come il trattamento manuale del muscolo diaframma possa essere efficace anche nella gestione del dolore in pazienti con patologie a carico della cuffia dei rotatori. Tuttavia in questo caso si deve anche sottolineare alcuni limiti dello studio, come il campione di ridotte dimensioni (27 partecipanti, 9 per gruppo) e il fatto che ogni partecipante abbia ricevuto un solo trattamento secondo le modalità indicate, prima che le misure di outcome venissero nuovamente misurate.

Un altro aspetto da sottolineare in questo studio, come detto in precedenza, è la comparazione tra due diverse modalità di intervento sul muscolo diaframma, la prima tramite un approccio manuale mentre la seconda attraverso esercizi attivi di respirazione svolti dal paziente. Come accennato in precedenza, in passato alcuni studi avevano dimostrato come efficace l'approccio attraverso training della muscolatura inspiratoria, e quindi anche del diaframma, in pazienti con LBP cronico⁴⁶⁻⁴⁸.

Nello studio di Fernandez-Lopez³⁹, riguardo ad una popolazione comunque differente in quanto affetta da patologia a carico della cuffia dei rotatori, in realtà i risultati non dimostrano efficacia di un approccio tramite “Active Breathing Exercise” rispetto ai due gruppi con cui è stata confrontata. In questa popolazione di pazienti sembra quindi più efficace l’approccio tramite terapia manuale e attraverso compressione ischemica di trigger point dei muscoli sovraspinato e infraspinato.

In conclusione, i risultati sembrano suggerire come probabilmente il trattamento manuale del muscolo diaframma possa essere di supporto nella gestione del dolore in un paziente con patologia di cuffia dei rotatori, anche se bisogna tenere in considerazione la qualità metodologica dello studio che richiede per il futuro ulteriori approfondimenti, con un campione di dimensioni maggiori.

I risultati dei tre studi presi in esame circa il trattamento con tecniche manuali del muscolo diaframma hanno portato a conclusioni differenti, e comunque non generalizzabili. La presenza di popolazioni differenti tra i 3 studi risulta particolarmente rilevante. La letteratura scientifica risulta quindi ancora minima per quanto riguarda questo argomento.

Da questi studi si può però dedurre come il trattamento manuale del muscolo diaframma sia una strategia da prendere in considerazione anche in caso di altre problematiche muscolo-scheletriche. Probabilmente isolatamente non ha massima efficacia, ma utilizzata in un approccio multimodale potrebbe portare alcuni benefici. Può quindi essere considerata come una strategia di trattamento aggiuntivo, in combinazione alle tecniche o all’esercizio terapeutico più indicato dalla letteratura esistente.

Questi risultati aprono sicuramente lo scenario a studi futuri più approfonditi circa il trattamento del muscolo diaframma in una popolazione affetta da disturbi muscolo-scheletrici.

Come sottolineato in precedenza, i pochi risultati ottenuti dalla ricerca bibliografica si giustificano in parte nella mancanza di una valutazione manuale del muscolo diaframma, studiata e validata solo di recente, e quindi sicuramente non diffusa nello scenario clinico.

Ad oggi è descritto in letteratura un solo metodo di valutazione manuale del muscolo diaframma, la MED Scale³⁷. Lo scopo della scala è quello di identificare un’area disfunzionale che possa divenire target di trattamento all’interno dell’intervento riabilitativo. Bordoni e colleghi hanno dettagliatamente descritto le aree di palpazione del muscolo e il posizionamento dell’operatore, al fine di rendere la scala riproducibile da diversi operatori³⁶. Successivamente hanno validato l’utilizzo di questa scala su due pazienti con patologie cardio-respiratorie, e conferma diagnostica successiva tramite RX; la scala è risultata affidabile³⁵.

Gli autori concludono l’articolo di validazione della scala di misura³⁵ sottolineando come la MED Scale sia un metodo utile di valutazione, non invasivo, poco costoso, non dannoso per il paziente e apparentemente di facile apprendimento. Può quindi essere d’aiuto nella fase di valutazione al clinico, dove non sempre si ha a disposizione esami strumentali, oppure nei casi in cui essi non

siano indicati. La valutazione manuale del muscolo diaframma diventa così un valore aggiunto per comprendere il quadro sintomatico del paziente e talvolta per evitare inutili esami strumentali, che non sono sempre in grado di dare informazioni precise circa la causa di un sintomo riferito dal paziente.

La MED Scale può dunque essere utile nel processo decisionale del professionista poiché già alla palpazione indica un'area di disfunzione che possa diventare target di trattamento. Ovviamente non va presa in considerazione isolatamente, ma all'interno di una valutazione clinica completa di anamnesi ed esame obiettivo, all'interno di un approccio biopsicosociale che tenga conto anche della richiesta d'aiuto e degli obiettivi del paziente stesso¹³.

Gli autori³⁵ suggeriscono l'utilizzo di questo metodo valutativo non solo in pazienti con patologie cardiologiche o respiratorie, ma anche per pazienti con altre patologie in cui vi sia necessità di comprendere se il pattern respiratorio diaframmatico sia o meno alterato. Suggestiscono inoltre l'utilizzo della stessa in ambito sportivo agonistico dove sono richieste prestazioni respiratorie importanti e dove sono coinvolte equipe multidisciplinari con cui poter collaborare.

L'importanza della definizione di una scala di valutazione risiede anche nel fatto che permette un'oggettivazione dei dati rilevati dal professionista, anche se basandosi sulla capacità e sulle abilità del singolo operatore risulta ancora poco chiara l'affidabilità interoperatore nell'applicazione di questa scala come metodo valutativo e misura di outcome. Altri autori hanno definito come affidabile la valutazione manuale di alterati pattern respiratori⁵⁶ o della forza dei muscoli inspiratori⁵⁷ (popolazione di pazienti asmatici), attendibile inter-operatore. Nel caso della MED Scale invece già gli stessi autori sottolineano la necessità per il futuro della validazione di questa scala con un maggior numero di pazienti e la definizione della variabilità interoperatore.

CONCLUSIONI

Il muscolo diaframma ricopre un ruolo fondamentale all'interno del corpo umano per la sua funzione nella respirazione. Oltre a questa funzione diversi autori hanno riportato il suo ruolo anche in altre funzioni del corpo, elemento che ne evidenzia ancora una volta l'influenza su diversi distretti anatomici.

Nella letteratura meno recente il diaframma è stato oggetto di trattamento in pazienti con problematiche respiratorie, attraverso diversi approcci adottati anche da differenti figure professionali; rimane però ad oggi scarsa la letteratura che riguarda un suo trattamento manuale in una popolazione di pazienti con problematiche muscoloscheletriche.

Dai risultati di questo elaborato emerge infatti come le evidenze siano ancora scarse e talvolta fra loro contrastanti. Ancora molti studi dovranno quindi essere condotti per avere un quadro più chiaro circa l'efficacia del trattamento che utilizza tecniche di terapia manuale rivolte al muscolo diaframma in una popolazione di pazienti affetti da problematiche muscoloscheletriche. Ciò che sicuramente è importante sottolineare, è che il trattamento manuale del muscolo diaframma può essere un elemento aggiuntivo all'interno dell'intervento terapeutico rivolto a questa popolazione di pazienti; ovviamente non dovrebbe essere adottato come unica strategia di trattamento, bensì in associazione a ciò che le evidenze attuali raccomandano come più efficace per quella determinata patologia. Ancora una volta, in molti degli studi riportati, viene sottolineata l'importanza di un approccio biopsicosociale, che coinvolga attivamente il paziente e non sia rivolta solo ad impairment strutturali o anatomici.

Ad oggi è emerso inoltre un metodo di valutazione manuale del muscolo diaframma, da poco validato. Questo necessita sicuramente di ulteriori studi per esaminarne l'affidabilità inter-esaminatore, ma va sottolineata l'importanza della definizione della MED Scale affinché ne venga diffuso l'utilizzo tra i diversi professionisti e si possa giungere così a conclusioni adeguate circa la sua riproducibilità ed affidabilità.

In conclusione, la valutazione e il trattamento del muscolo diaframma in una popolazione di pazienti con problematiche muscoloscheletriche necessitano sicuramente di ulteriori studi che ne confermino o smentiscano l'efficacia. Tuttavia, essendo un intervento terapeutico sicuro, che non porta al manifestarsi di eventi avversi, in una popolazione selezionata di pazienti può essere utilizzato come trattamento integrativo con qualche riserva circa l'ancora dubbia efficacia dello stesso.

BIBLIOGRAFIA

1. du Plessis M, Ramai D, Shah S, Holland JD, Tubbs RS, Loukas M. The clinical anatomy of the musculotendinous part of the diaphragm. *Surg Radiol Anat.* 2015 Nov 1;37(9):1013–20.
2. Downey R. Anatomy of the Normal Diaphragm. *Thorac Surg Clin.* 2011;21(2):273–9.
3. Giuseppe Anastasi SC. Anatomia umana. Quarta edizione. Edi Ermes, editor. Vol. primo. 2006. 171–172 p.
4. Giuseppe A, Silvano C. Anatomia umana. IV edizion. Vol. I. Milano: edi-ermes; 2006. 171–172 p.
5. Maish MS. The diaphragm. *Surg Clin North Am.* 2010;90(5):955–68.
6. Alloatti G, Antonutto G, Bottinelli R. Fisiologia dell'uomo. V edizione. Milano: edi-ermes; 2012. 327–328 p.
7. Anraku M, Shargall Y. Surgical Conditions of the Diaphragm: Anatomy and Physiology. *Thorac Surg Clin.* 2009;19(4):419–29.
8. Troyer A De, Wilson TA. Action of the diaphragm on the rib cage. *J Appl Physiol.* 2016 Aug 1;121(2):391–400.
9. Beyer B, Van Sint Jan S, Chèze L, Sholukha V, Feipel V. Relationship between costovertebral joint kinematics and lung volume in supine humans. *Respir Physiol Neurobiol.* 2016;232:57–65.
10. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid Disuse Atrophy of Diaphragm Fibers in Mechanically Ventilated Humans. *N Engl J Med.* 2008 Mar 27;358(13):1327–35.
11. Wainner RS, Whitman JM, Cleland JA, Flynn TW. Regional interdependence: A musculoskeletal examination model whose time has come. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(11):658–60.
12. Sueki DG, Cleland JA, Wainner RS. A regional interdependence model of musculoskeletal dysfunction: Research, mechanisms, and clinical implications. Vol. 21, *Journal of Manual and Manipulative Therapy.* Taylor & Francis; 2013. p. 90–102.
13. Wade DT, Halligan PW. The biopsychosocial model of illness: A model whose time has come. Vol. 31, *Clinical Rehabilitation.* SAGE Publications Ltd; 2017. p. 995–1004.
14. Daluiso-King G, Hebron C. Is the biopsychosocial model in musculoskeletal physiotherapy

adequate? An evolutionary concept analysis. *Physiother Theory Pract.* 2020 Jun 16;1–17.

15. Prather H, Cheng A, Steger-May K, Maheshwari V, Van Dillen L. Hip and lumbar spine physical examination findings in people presenting with low back pain, with or without lower extremity pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017;47(3):163–72.
16. Sadeghisani M, Manshadi FD, Kalantari KK, Rahimi A, Namnik N, Karimi MT, et al. Correlation between hip rotation range-of-motion impairment and low back pain. A literature review. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2015;17(5):455–62.
17. Cliborne A V., Wainner RS, Rhon DI, Judd CD, Fee TT, Matekel RL, et al. Clinical hip tests and a functional squat test in patients with knee osteoarthritis: Reliability, prevalence of positive test findings, and short-term response to hip mobilization. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004 Nov 1;34(11):676–85.
18. Blanpied PR, Gross AR, Elliott JM, Devaney LL, Clewley D, Walton DM, et al. Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopaedic section of the American physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017;47(7):A1–83.
19. Masaracchio M, Kirker K, States R, Hanney WJ, Liu X, Kolber M. Thoracic spine manipulation for the management of mechanical neck pain: A systematic review and meta-analysis. Vol. 14, *PLoS ONE*. Public Library of Science; 2019.
20. McDevitt A, Young J, Mintken P, Cleland J. Regional interdependence and manual therapy directed at the thoracic spine. *J Man Manip Ther.* 2015 Jul 1;23(3):139–46.
21. Strunce JB, Walker MJ, Boyles RE, Young BA. The immediate effects of thoracic spine and rib manipulation on subjects with primary complaints of shoulder pain. *J Man Manip Ther.* 2009;17(4):230–6.
22. Herd CR, Meserve BB. A systematic review of the effectiveness of manipulative therapy in treating lateral epicondylalgia. *J Man Manip Ther.* 2008;16(4):225–37.
23. Fernández-Carnero J, Fernández-de-las-Peñas C, Cleland JA. Immediate Hypoalgesic and Motor Effects After a Single Cervical Spine Manipulation in Subjects With Lateral Epicondylalgia. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008;31(9):675–81.
24. Cleland JA, Whitman JM, Fritz JM. Effectiveness of Manual Physical Therapy to the Cervical Spine in the Management of Lateral Epicondylalgia: A Retrospective Analysis. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2004;34(11):713–24.
25. Cibulka MT, White DM, Woehrle J, Harris-Hayes M, Enseki K, Fagerson TL, et al. Hip pain and mobility deficits - Hip osteoarthritis: Clinical practice guidelines linked to the international

classification of functioning, disability, and health from the orthopaedic section of the American physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(3):A1.

26. Nair A, Alaparathi GK, Krishnan S, Rai S, Anand R, Acharya V, et al. Comparison of Diaphragmatic Stretch Technique and Manual Diaphragm Release Technique on Diaphragmatic Excursion in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Crossover Trial. *Pulm Med.* 2019.
27. Rocha T, Souza H, Brandão DC, Rattes C, Ribeiro L, Campos SL, et al. The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised trial. *J Physiother.* 2015 Oct 1;61(4):182–9.
28. DOS SANTOS YAMAGUTI WP, PAULIN E, SHIBAO S, CHAMMAS MC, SALGE JM, RIBEIRO M, et al. Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Respirology.* 2008 Jan 9;13(1):138–44.
29. Anderson BE, Huxel Bliven KC. “The Use of Breathing Exercises in the Treatment of Chronic, Non-Specific Low Back Pain” by Anderson BE, Huxel Bliven KC *Journal of Sport Rehabilitation* Article Title: The Use of Breathing Exercises in the Treatment of Chronic, Non-Specific Low Back Pain. *J J Sport Rehabil.* 2016.
30. Beeckmans N, Vermeersch A, Lysens R, Van Wambeke P, Goossens N, Thys T, et al. The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Man Ther.* 2016;26:77–86.
31. Janssens L, Brumagne S, Polspoel K, Troosters T, McConnell A. The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010 May;35(10):1088–94.
32. Roussel N, Nijs J, Truijen S, Vervecken L, Mottram S, Stassijns G. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: A case-control study. *Eur Spine J.* 2009 Jul;18(7):1066–73.
33. McCoss CA, Johnston R, Edwards DJ, Millward C. Preliminary evidence of Regional Interdependent Inhibition, using a ‘Diaphragm Release’ to specifically induce an immediate hypoalgesic effect in the cervical spine. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(2):362–74.
34. Marizeiro DF, Florêncio ACL, Nunes ACL, Campos NG, Lima PO de P. Immediate effects of diaphragmatic myofascial release on the physical and functional outcomes in sedentary women: A randomized placebo-controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(4):924–9.
35. Bordoni B, Morabito B. The Diaphragm Muscle Manual Evaluation Scale. *Cureus.* 2019 Apr

30;11(4).

36. Bordoni B, Marelli F, Morabito B, Sacconi B. Manual evaluation of the diaphragm muscle. *Int J COPD*. 2016 Aug 18;11(1):1949–56.
37. Bordoni B. Proposal for a New Manual Evaluation Scale for the Diaphragm Muscle: Manual Evaluation of the Diaphragm Scale – MED Scale. *Int J Complement Altern Med*. 2017.
38. Simoni G, Bozzolan M, Bonnini S, Grassi A, Zucchini A, Mazzanti C, et al. Effectiveness of standard cervical physiotherapy plus diaphragm manual therapy on pain in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;26:481–91.
39. Fernández-López I, Peña-Otero D, Atín-Arratibel M de los Á, Eguillor-Mutiloa M, Bravo-Llatas C, Genovés-Crespo M, et al. Effects of diaphragm muscle treatment in shoulder pain and mobility in subjects with rotator cuff injuries: a dataset derived from a pilot clinical trial. *Data Br*. 2021 Feb;35:106867.
40. Martí-Salvador M, Hidalgo-Moreno L, Doménech-Fernández J, Lisón JF, Arguisuelas MD. Osteopathic Manipulative Treatment Including Specific Diaphragm Techniques Improves Pain and Disability in Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(9):1720–9.
41. Kocjan J, Adamek M, Gzik-Zroska B, Czyżewski D, Rydel M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: A review. Vol. 85, *Advances in Respiratory Medicine*. Via Medica; 2017. p. 224–32.
42. Hodges PW, Eriksson AEM, Shirley D, Gandevia SC. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech*. 2005 Sep 1;38(9):1873–80.
43. Kolář P, Neuwirth J, Šanda J, Suchánek V, Svatá Z, Volejník J, et al. Analysis of diaphragm movement during tidal breathing and during its activation while breath holding using MRI synchronized with spirometry. *Physiol Res*. 2009;58(3):383–92.
44. Kocjan J, Gzik-Zroska B, Nowakowska K, Burkacki M, Suchoń S, Michnik R, et al. Impact of diaphragm function parameters on balance maintenance. *PLoS One*. 2018 Dec 1;13(12).
45. Smith MD, Russell A, Hodges PW. Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. *Aust J Physiother*. 2006 Jan 1;52(1):11–6.
46. Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, Claeys K, Goossens N, Lysens R, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(1):12–9.

47. Ahmadnezhad L, Yalfani A, Borujeni BG. Inspiratory muscle training in rehabilitation of low back pain: A randomized controlled trial. *J Sport Rehabil.* 2020 Jan 7;29(8):1151–8.
48. Gholami Borujeni B, Yalfani A. Reduction of postural sway in athletes with chronic low back pain through eight weeks of inspiratory muscle training: A randomized controlled trial. *Clin Biomech.* 2019;69:215–20.
49. Mehling WE, Hamel KA, Acree M, Byl N, Hecht FM. Randomized, controlled trial of breath therapy for patients with chronic low-back pain. *Altern Ther Health Med.* 2005;11(4):44–52.
50. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Man Ther.* 2009 Oct;14(5):531–8.
51. González-Álvarez FJ, Valenza MC, Torres-Sánchez I, Cabrera-Martos I, Rodríguez-Torres J, Castellote-Caballero Y. Effects of diaphragm stretching on posterior chain muscle kinematics and rib cage and abdominal excursion: A randomized controlled trial. *Brazilian J Phys Ther.* 2016 Sep 1;20(5):405–11.
52. Yeampattanaporn O, Mekhora K, Jalayondeja W, Wongsathikun J. Immediate effects of breathing re-education on respiratory function and range of motion in chronic neck pain. *J Med Assoc Thai.* 2014 Jan;S55–9.
53. Dimitriadis Z, Kapreli E, Strimpakos N, Oldham J. Respiratory dysfunction in patients with chronic neck pain: What is the current evidence? *J Bodyw Mov Ther.* 2016;20(4):704–14.
54. Simoni G, Bozzolan M, Bonnini S, Grassi A, Zucchini A, Mazzanti C, et al. Effectiveness of standard cervical physiotherapy plus diaphragm manual therapy on pain in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2021 Apr 1;26:481–91.
55. Côté P, Wong JJ, Sutton D, Shearer HM, Mior S, Randhawa K, et al. Management of neck pain and associated disorders: A clinical practice guideline from the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) Collaboration. Vol. 25, *European Spine Journal.* Springer Verlag; 2016. p. 2000–22.
56. Ae RC, Van J, Ae D, Cohen M. Evaluation of Breathing Pattern: Comparison of a Manual Assessment of Respiratory Motion (MARM) and Respiratory Induction Plethysmography.
57. da Luz Goulart C, Trimer R, Garcia-Araujo AS, Caruso FR, Ricci PA, dos Santos PB, et al. Validity, intra and inter-reliability of manual evaluation of the respiratory muscle strength in asthmatic patients. *Physiother Res Int.* 2020;25(4).