



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova
Facoltà di medicina e Chirurgia

Master in Riabilitazione dei Disturbi Muscoloscheletrici

Anno Accademico:2009/2010

Campus Universitario di Savona
*In collaborazione con Master of Science in Manual Therapy
Vrije Universiteit Brussel*



Tesi Master

**Relazioni anatomofunzionali tra diaframma e colonna
toracolombare, con particolare attenzione alle implicazioni nei
disordini muscoloscheletrici**

Candidato:

Dott. Mirco Montedonico

Relatore:

Dott. Elena Dovetta

INDICE

1. Abstract
2. Introduzione
 - 2.1 La core stability, la posizione neutra e il diaframma
 - 2.2 La meccanica respiratoria
3. Materiali e metodi
4. Risultati
5. Discussione
6. Conclusioni
7. Bibliografia

1. Abstract

Obiettivi: Lo scopo di questo lavoro è ricercare evidenze sulle relazioni anatomofunzionali tra diaframma e colonna toracolombare con particolare attenzione a situazioni in cui una errata correlazione può costituire la causa o un cofattore per l'insorgenza di disordini muscoloscheletrici.

Materiali e metodi: La ricerca è stata effettuata attraverso il database informatico PubMed utilizzando le parole chiavi: "Diaphragm", "breathing patterns", "respiration", "exercises", "thoracolumbar spine", "rehabilitation", "low back pain", "musculoskeletal disease". Sono stati posti dei limiti per rendere più specifica la ricerca.

Risultati: Sono stati inclusi 10 articoli.

Discussione: Diversi autori si sono focalizzati sul ruolo di stabilizzatore dell'unità interna svolta dal diaframma. Questa funzione di controllo motorio è stata messa in relazione alla richiesta respiratoria. Alcuni studi hanno provato a dimostrare un incremento della stiffness dei muscoli erettori spinali in situazioni di aumentata pressione intra-addominale o di eccessivo affaticamento dei muscoli inspiratori. Sono state confrontate le variazioni del controllo posturale in soggetti sani o con LBP, prima e dopo l'affaticamento dei muscoli inspiratori. Uno studio ha evidenziato i miglioramenti della meccanica e della chimica respiratoria dopo un training di controllo motorio e terapia manuale.

Conclusione: Dagli studi revisionati viene confermato il doppio ruolo del diaframma nel controllo posturale e respiratorio. Entrambe le funzioni vengono regolate dal SNC in risposta alle esigenze del nostro corpo. Ad esempio una riduzione dell'attività di controllo motorio si verifica a bassi livelli di capacità funzionale residua. Viceversa una contrazione anticipatoria del diaframma e del trasverso dell'addome avviene quando è necessaria una flessione di un AS. La contrazione tetanica del diaframma, o l'affaticamento dei muscoli inspiratori provoca un aumento della pressione intraddominale e della stiffness dei muscoli lombari. Questi risultano essere fattori di rischio per l'insorgenza di LBP.

Ulteriori studi potrebbero essere utili per determinare se esiste una relazione diretta tra disfunzione della meccanica del diaframma e dolore dorso-lombare.

2.Introduzione

Il diaframma rappresenta il muscolo inspiratorio per eccellenza e la corretta funzionalità è ritenuta fondamentale in moltissime discipline fisiche e riabilitative non solo orientali ma anche occidentali come ad esempio le arti marziali, lo yoga, il pilates, la rieducazione posturale globale e la terapia manuale. L'obiettivo di questa revisione è verificare secondo le evidenze scientifiche più importanti, una correlazione tra un'alterata meccanica diaframmatica e respiratoria e l'insorgenza di disturbi muscolo-scheletrici nella zona dorso-lombare.

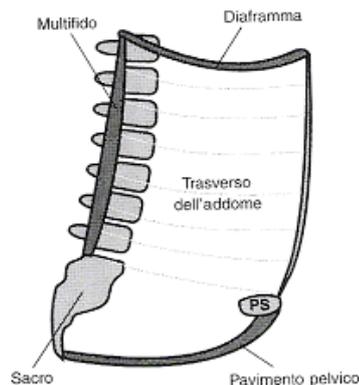
2.1 La core stability, la posizione neutra e il diaframma

Gli studi scientifici degli ultimi anni hanno portato a profonde modificazioni del concetto di stabilità del tronco: mentre in passato si associava l'idea di instabilità all'idea di debolezza muscolare o di lassità capsulo-legamentosa, oggi si pone l'accento sul concetto di corretto reclutamento del sistema muscolo-fasciale (sistema nervoso) e sull'attivazione della muscolatura profonda, capace di stabilizzare la colonna vertebrale all'interno della sua "zona neutra", ovvero di quella zona in cui la resistenza delle articolazioni è minima ed è quindi minimo lo stress al quale esse stesse sono sottoposte durante il movimento (Panjabi, 1992).

Questa visione funzionale della stabilizzazione del tronco ha permesso di comprendere l'importanza del mantenimento delle curve fisiologiche della colonna vertebrale e del loro "allungamento" lungo l'asse verticale del corpo che consente di mantenere l'equilibrio con più facilità e con minor dispendio energetico; data la stretta connessione anatomica esistente tra osso sacro ed ileo, è ovvio che una corretta posizione della colonna si ottiene attraverso un'adeguata impostazione del bacino: ecco dunque che il concetto di "**posizione neutra**" si estende anche a quest'ultima struttura che può essere immaginata come l'ago di una bilancia costantemente in bilico tra l'inclinazione in avanti e quella in dietro. Per individuare la "posizione neutra" in postura eretta, il paziente è posto contro una parete; i piedi sono distanti 15-30 cm, le ginocchia leggermente flesse e il capo sopra il torace. Il fisioterapista controlla e corregge sterno e curva lombare in modo che sterno e sinfisi pubica siano sulla stessa linea verticale.

Quali sono i muscoli interessati nel controllo del "centro" del corpo? Semplificando i risultati di numerosi studi di fisio-patologia del movimento, possiamo immaginare che il "centro" del corpo sia mantenuto stabile dal lavoro coordinato di 4 gruppi muscolari profondi che vengono coadiuvati dall'azione di muscoli più superficiali (quali ad esempio

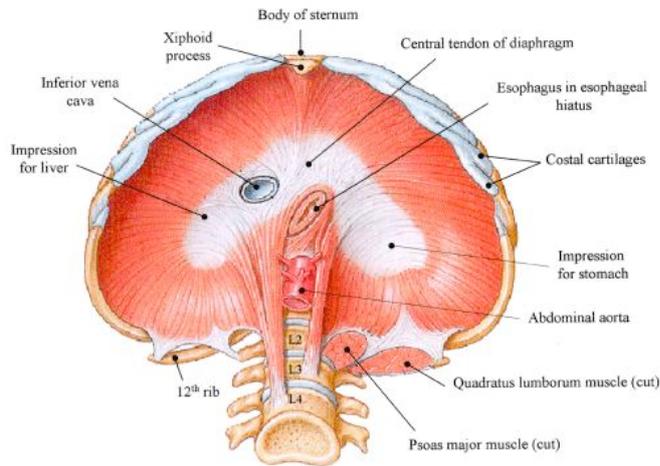
gli obliqui interni ed esterni, i glutei, i grandi dorsali e gli adduttori dell'anca), che intervengono soprattutto nel movimento; i gruppi muscolari profondi sono: il diaframma, il pavimento pelvico, il trasverso dell'addome ed il multifido.



Questi muscoli sono disposti nello spazio in modo da formare un grande cilindro all'interno del nostro corpo che racchiude tutto l'addome, per questo motivo, spesso, per spiegare il "centro", si utilizza la visualizzazione di una specie di grande "lattina" che si estende dalla base del torace alla base del tronco:

1. Il **diaframma** è una lamina muscolo-tendinea avente la forma di una cupola, la cui convessità è rivolta superiormente verso il torace e la cui concavità inferiormente verso l'addome. La greca derivazione della parola (dia-phragma, ciò che sta in mezzo) descrive la collocazione anatomica del più importante muscolo inspiratore. Esso è formato da un ampio tendine centrale detto centro frenico dal quale originano i fasci carnosi del muscolo che si inseriscono sullo sterno, sulle coste e sulle vertebre lombari. La sua forma ricorda molto quella di un trifoglio e permette di distinguere per questo una foglia destra, una foglia sinistra ed una foglia centrale. Dalla porzione anteriore e laterale delle tre foglie originano le inserzioni sternale e costale mentre da quella posteriore origina l'inserzione vertebrale del muscolo. Il diaframma è innervato solo dal nervo frenico di destra e di sinistra che origina da C3-C5. La principale funzione del diaframma è la respirazione. Durante l'inspirazione il diaframma si contrae e, con l'aiuto dei muscoli intercostali esterni, espande la gabbia toracica, riducendo la pressione intratoracica e permettendo all'aria di entrare nei polmoni. Quando il diaframma si rilassa, permette, grazie al suo ritorno elastico, di essere guidato fuori passivamente dai polmoni. Per un'ottima funzionalità respiratoria entrambi gli emidiaframmi devono essere intatti. La lesione di un nervo frenico provoca un innalzamento di un emidiaframma e un'alterata meccanica respiratoria. Sebbene il diaframma sia generalmente sotto il controllo involontario del SNC, la sua funzione può essere aumentata da stimoli volontari. Il diaframma ha anche una funzione non

respiratoria. Separando la cavità addominale da quella toracica, aiuta ad eseguire le funzioni vitali aumentando la pressione addominale e prevenendo il reflusso gastrico regolando la pressione sullo sfintere esofageo.



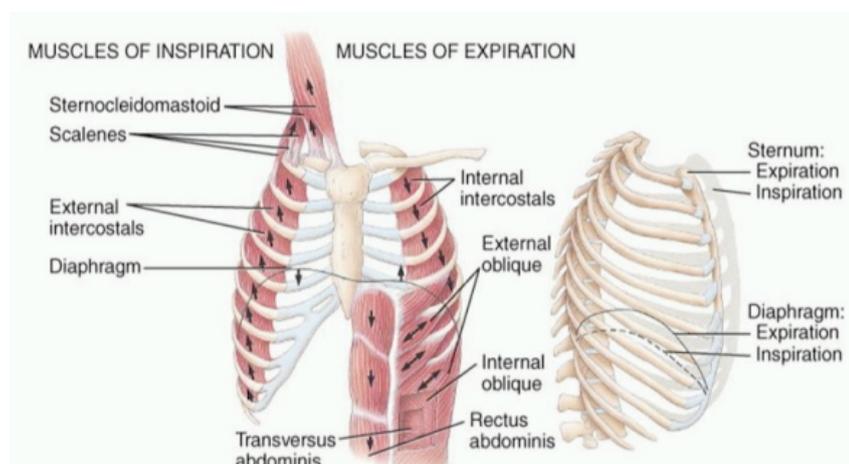
2. Il **trasverso dell'addome** è il più profondo dei muscoli addominali: origina direttamente dalle vertebre lombari ed avvolge il nostro addome come una specie di “bustino” che contiene gli organi interni; la sua contrazione può essere percepita come la sensazione di avvicinare l'ombelico alla colonna vertebrale, senza che la posizione della colonna lombare subisca alcuna modificazione. E' stato dimostrato che l'attivazione precoce del trasverso dell'addome, appena prima dell'esecuzione di qualsiasi movimento degli arti inferiori e superiori, è in grado di prevenire il sovraccarico della colonna lombare.
3. Il muscolo **multifido** è formato da una serie di fasci muscolari si trovano nello stato più profondo dei muscoli dorsali e che, con direzione obliqua, connettono il processo spinoso di una vertebra al processo trasverso di quella sottostante. Queste fibre muscolari, grazie ad un elevato numero di propriocettori, sono responsabili del controllo della posizione di una vertebra rispetto a quelle adiacenti. Se il multifido lavora in sinergia con il trasverso dell'addome, mantiene la corretta posizione della colonna lombare, concorrendo alla stabilizzazione del “centro”.
4. Con il termine “**pavimento pelvico**” indichiamo l'insieme di diversi muscoli, situati in posizione esattamente opposta, che chiudono l'estremità inferiore del tronco, cioè lo spazio compreso tra gli ischi, il pube e il coccige; sono deputati principalmente al controllo degli sfinteri ma lavorano in contrapposizione al diaframma: quando questo si contrae, loro si allungano, “accogliendo” i visceri addominali che su di essi si appoggiano, mentre quando si contrae, contemporaneamente al rilassamento del diaframma, fornisce impulso e sostegno all'inizio del movimento.

La coordinazione di questi muscoli influenza il controllo posturale regolando la pressione intra-addominale (IAP) e incrementando la tensione nella fascia toracolombare.

La maggior parte dei difetti posturali, dunque, non dipende da un deficit di forza muscolare, come si riteneva in passato, ma da uno scarso controllo propriocettivo, cioè dall'incapacità del soggetto di attivare i muscoli giusti al momento giusto e di concordarne il lavoro con quello di altri gruppi muscolari. (25,26).

2.2 La meccanica respiratoria

Durante la respirazione fisiologica, in stato di riposo (circa 15 atti respiratori al minuto), è solo nella fase inspiratoria che si utilizza la muscolatura, mentre l'espirazione avviene passivamente (per tale ragione i muscoli inspiratori sono più sviluppati degli espiratori). Il diaframma, quale principale muscolo inspiratorio, dovrebbe svolgere almeno i 2/3 del lavoro respiratorio con il restante 1/3 svolto dagli altri muscoli respiratori principali ossia perlopiù i muscoli intercostali (situati tra le coste e innervati dai nervi intercostali) ottenendo così la respirazione addominale o diaframmatica: in pausa respiratoria le fibre muscolari diaframmatiche decorrono quasi perpendicolarmente verso la sua zona centrale (centro frenico o tendineo), durante l'inspirazione le fibre muscolari si contraggono abbassando la lamina tendinea, appiattendolo e quindi aumentando il volume polmonare (elevazione delle coste in particolare inferiori). Per valutare la corretta respirazione diaframmatica è necessario posizionare il paziente in stazione eretta. Durante l'inspirazione, le spalle e la parte alta del torace devono rimanere immobili, mentre deve osservarsi l'espansione della gabbia toracica e anche dell'addome non sotto l'ombelico.



3. Materiali e metodi

La ricerca del materiale necessario a questa revisione è stata effettuata tramite la banca dati elettronica Medline attraverso il motore di ricerca dedicato PubMed.

Le parole chiave utilizzate per la ricerca tramite il database sono:

“Diaphragm”, “breathing patterns”, “respiration”, “exercises”, “thoracolumbar spine”, “rehabilitation”, “low back pain”, “musculoskeletal disease” associate tra loro dagli operatori booleani AND e OR. Si sono composte le stringhe associando diverse combinazioni di key words.

Per restringere ulteriormente la ricerca e renderla più specifica è stato utilizzato l'operatore booleano NOT associato a :”surgery”, “pathology”, “animal”, “children”.

- gli articoli dovevano essere scritti in lingua inglese o italiana escludendo altre lingue.

Non sono stati posti limiti temporali alla ricerca.

Si è utilizzato in alcuni casi una ricerca bibliografica dagli articoli per rintracciare altri studi correlati all'argomento della revisione.

I criteri d'esclusione sono stati i seguenti:

- Articoli che non trattavano la correlazioni tra diaframma e colonna toracolombare
- Articoli che riguardavano il diaframma in pazienti con patologie non muscoloscheletriche
- Articoli senza full text disponibile

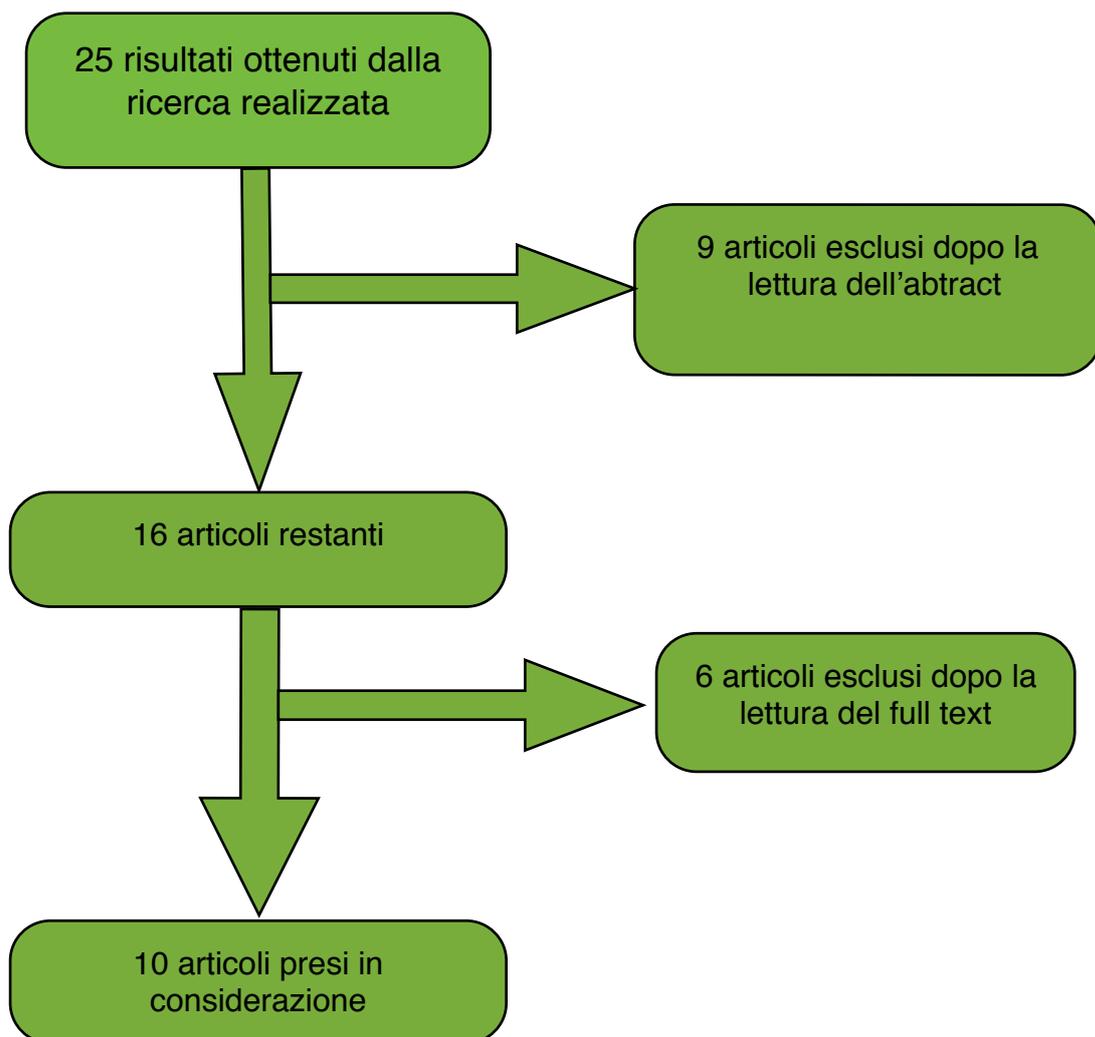
4. Risultati

Dalla ricerca sono emersi 24 articoli che soddisfano i criteri di inclusione.

Dopo la lettura dell'abstract ne sono stati esclusi 9 perchè non inerenti all'obiettivo della tesi.

In seguito alla lettura full text sono stati esclusi 5 articoli perché il loro contenuto non approfondisce l'oggetto di studio della revisione.

Sono stati analizzati quindi 10 articoli.



La seguente tabella riporta una selezione degli articoli eliminati dopo lettura dell'abstract o del full text

Tabella 1. Articoli esclusi

Titolo, autore, anno
The respiratory activity of human levator costae muscle and its modification by posture Journal of physiology (1985) D. Goldman, L.Loh and T. Sears
The value of blowing up a balloon sports phys ther. 2010 September; 5(3): 179-188 Kyndall L. Boyle,
The diaphragm: two physiological muscles in one J. anat. 2002 October; 201(4): 305-312 Pickering and James FX Jones
Changes in pelvic floor and diaphragm kinematics and respiratory patterns in subject with sacroiliac joint pain following a motor learning intervention: a case series Manual therapy 2007 Peter B. O'Sullivan and Darren Beales
The diaphragm Surgical Clinics of North America 2010 M. S, Maish
Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans J appl physiology 1997 C. M. Kenyon
Disorder of breathing and incontinence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity Australian Journal of physiotherapy 2006 M. D. Smith et al.
Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study Eur spine J 2009 N. Roussel et al.
Action of the diaphragm on the rib cage inferred from a force-balance analysis appl Physiology 1982 Loring, Mead

<p>Pulmonary function and spinal characteristics: their relationships in person with idiopathic and postpoliomyelitic scoliosis Arch phys med rehabil 2001 Lin MC, Liaw et al.</p>
<p>Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity lifting. IV. The causal factors of the intra-abdominal pressure rise. Scand J rehabil 1985 Hemborg B. et al</p>
<p>Effects of posture and spinal bracing on respiratory function in neuromuscular disease Archives of disease in childhood 1986 C. M. Noble-Jamieson et al.</p>
<p>Control of breathing in chest wall diseases Monaldi Arc chest dis.(1993)-Tardif, Sohier.</p>
<p>Is there a role for a transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? Manual therapy (1999). Hodges.</p>
<p>Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint play pain during the active straight-leg raise test. Spine (2002). O'Sullivan P.B., D. Beales, J. Beetham, J. Cripps</p>

Nelle successive tabelle sono illustrate le principali caratteristiche degli studi esaminati in questa revisione

Tabella 2. Articoli selezionati in ordine di pubblicazione

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
Journal of physiology (1997) Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments P. W. Hodges, J. E. Butler et al.	Studio osservazionale	Determinare se la contrazione del diaframma è una componente delle risposte posturali preparatorie (feedforward) a una perturbazione della stabilità Verificare se l'aumento della pressione addominale si realizza prima del movimento dell'arto superiore (a.s.) e se si associa ad un accorciamento del m. diaframma.	4 soggetti maschi 1 soggetto o donna Criteri di esclusione: patologie respiratorie o neurologiche	Ai soggetti era richiesta una flex dell' a.s. in risposta ad uno stimolo visivo EMG del diaframma, trasverso dell'addome, pressioni trans-diaframmatica, esofagea e gastrica	La contrazione del diaframma contribuisce ad aumentare la pressione intraddominale prima dell'inizio del movimento dell'a.s. (feedforward) La contrazione è indipendente dalla respirazione. La contrazione anticipatoria è associata al simultaneo reclutamento del m. trasverso dell'addome. Tali azioni preparatorie aiutano la stabilità del tronco.

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
<p>Journal of physiology (1999)</p> <p>Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm</p> <p>Paul W Hodges, Inger Heijnen and Simon C Gandevia</p>	Studio osservazionale	<p>Identificare se input multipli ai motoneuroni del diaframma, durante movimenti ripetuti dell'arto superiore, risultano in una modulazione respiratoria della pressione intratoracica e intra addominale</p> <p>Valutare se i muscoli addominali sono coordinati sia per le funzioni respiratorie che posturali</p> <p>Investigare se gli output meccanici dell'attività del diaframma e m. addominali sono connessi a perturbazioni imposte alla colonna. Valutare se il pattern respiratorio è alterato in seguito all'attività posturale del diaframma.</p>	10 soggetti maschi sani	<p>Ai soggetti in ortostatismo era richiesto di effettuare un movimento di flessione-estensione con la spalla a differente frequenza e a differenti pattern respiratori</p> <p>Emg del diaframma, erector spinae e mm addominali. Pressione intratoracica, intra-addominale e trans-diaframmatica.</p>	<p>C'è evidenza che il diaframma e il trasverso dell'addome contribuiscono alla respirazione e al controllo posturale.</p> <p>La contrazione del diaframma e della m. addominale hanno una funzione opposta sulla gabbia toracica e addome, ma una funzione in comune per incrementare la pressione intra-addominale.</p> <p>L'attività combinata tonica e fasica di questi muscoli prevede un meccanismo del SNC di coordinare la respirazione e il controllo posturale</p>

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
Journal of physiology (2000) Activation of the human diaphragm during rapid and repetitive postural task Paul W. Hodges and S.C. Gandevia	Studio osservazionale	<p>Valutazione della coordinazione delle funzioni posturali e respiratorie del diaframma</p> <p>Determinare se il diaframma si contrae durante l'espiazione durante un movimento ripetuto dell'arto superiore (a.s.)</p> <p>Determinare se il reclutamento del diaframma avviene fasicamente durante il movimento dell'arto superiore (a.s.)</p> <p>Valutazione del contributo del diaframma nel controllo</p>	5 soggetti maschi sani	<p>Movimenti dell'a.s. e della cassa toracica sono stati misurati mentre il soggetto in ortostatismo eseguiva movimenti di flex-ext dell'a.s. "il più veloce possibile"</p> <p>Il movimento è stato eseguito in differenti pattern di respirazione: aumentando la frequenza e l'ampiezza del movimento dell'a.s. e in posizione seduta</p> <p>L'attività muscolare è stata registrata tramite l'elettromiografia, utilizzando elettrodi intramuscolo</p>	<p>L'attività del diaframma assiste meccanicamente la stabilizzazione del tronco, in aggiunta, mantiene la ventilazione.</p> <p>La risposta del diaframma non varia con il soggetto in posizione seduta</p> <p>Lo studio indica che durante attività che perturbano la postura, l'attività del motoneuroni frenici è organizzata in modo da coordinare le richieste posturali e respiratorie</p>

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
Journal of physiology (2001) Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases Paul W Hodges, Inger Heijnen and Simon C Gandevia	Studio osservazionale	Indagare se l'attività posturale del diaframma cambia quando la richiesta respiratoria aumenta.	13 soggetti sani (10 uomini e 3 donne)	Attraverso l'EMG vengono registrate le attività del diaframma e degli altri muscoli del tronco durante rapidi e ripetitivi movimenti con un AS prima a riposo e successivamente respirando attraverso un tubo.	L'attività del diaframma associata al movimento di un AS è diminuita quando la richiesta respiratoria aumenta. L'aumento della richiesta respiratoria potrebbe attenuare l'attività posturale del diaframma bloccando gli input ai motoneuroni frenici.

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
<p>J appl physiology 2003 Spinal stiffness changes through out the respiratory cycle D. Shirley, P.W Hodges et al.</p>	<p>Studio osservazionale</p>	<p>Indagare quali relazioni ci sono tra il ciclo respiratorio e la stiffness dei muscoli spinali lombari.</p> <p>Un ulteriore obiettivo dello studio è quello di investigare le relazioni tra stiffness e pressione intraddominale oppure tra addominali e attività dei muscoli paraspinali.</p>	<p>8 persone volontarie senza storia di LBP o disturbi neurologici, respiratori o cardiovascolari</p>	<p>Sono state registrate la pressione intraddominale e la stiffness muscolare, misurata con elettromiografia sugli erettori spinali da L2 a L4, sui muscoli addominali e sulla gabbia toracica</p>	<p>La stiffness dei muscoli da L2 a L4 e la pressione addominale sono aumentate a bassi livelli di capacità funzionale residua.</p> <p>Inoltre anche l'inserzione del diaframma sulle vertebre lombari potrebbe aumentare la stiffness.</p>

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
Journal of biomechanics, (September 2005) Intra-abdominal pressure increase stiffness of the lumbar spine P. H. Hodges, Eriksson, Shirley, Gandevia.	Studio osservazionale	Determinare se la stiffness dei muscoli lombari aumenta con l'aumentare della pressione intraddominale (IAP), senza l'attività dei muscoli addominali ed estensori	3 soggetti sani volontari	Viene indotta una stimolazione tetanica del nervo frenico uni e bilaterale con una frequenza di 20 Hz con elettrodi percutanei	La stimolazione tetanica del diaframma aumenta la pressione addominale del 27-61% e la stiffness spinale del 8-31% e questi due incrementi sembrano essere correlati positivamente. Quindi ci sono evidenze che la tensione muscolare dei mm lombari aumenta quando la IAP è elevata.

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
Magnetic resonance imaging, (December 2006) Quantitative analysis of the velocity and synchronicity of diaphragmatic motion: dynamic MRI in different postures Shigeru Kiryu, Stephen H. Loring Yasutane Mori et al	Studio osservazionale	Valutare le relazioni tra il movimento dell'emidiaframma destro e sinistro durante la respirazione in soggetti sani e investigare le alterazioni nei movimenti polmonari durante variazioni posturali usando RM dinamica	8 soggetti maschi (da 23 a 42 anni)	L'analisi del movimento del diaframma è stato valutato in varie posture (supino, prono e sui due decubiti laterali). Ai pazienti è stato richiesto di respirare fino alla massima inspirazione ed espirazione più lentamente e profondamente possibile.	L'escursione del diaframma era maggiore nell'emilato destro in tutte le posture tranne il decubito laterale sinistro. In posizione prona e supina, entrambi gli emidiaframmi si muovono sincronamente in entrambe le fasi in- ed espiratoria. Nei decubiti laterali, gli emidiaframmi si muovono senza sincronia. In inspirazione alla stessa velocità, in espirazione a velocità diversa.

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
<p>Manual therapy 16 (2011) Breathing evaluation and retraining as an adjunct to manual therapy Laurie Mc Laughin, Charlie H. Goldsmith, Kimberly Coleman</p>	<p>Studio osservazionale</p>	<p>Determinare se in pazienti con N.P. o L.B.P., siano presenti alterazioni della chimica respiratoria e se un allenamento di biofeedback possa migliorare i pattern respiratori, il dolore e la funzione.</p>	<p>29 pazienti, 12 con N.P., 8 con L.B.P. e 9 con entrambi i disturbi</p>	<p>I pazienti sono stati sottoposti a varie richieste funzionali con esercizi, in tre posture diverse, seduta, eretta e supina. Nei casi in cui si è sospettato un problema di strategia posturale, è stato attuato un approccio di controllo motorio e terapia manuale.</p>	<p>Un allenamento respiratorio con terapia manuale ed esercizi, migliora la ET_{CO2} il dolore e la funzione in tutti i pazienti. Uno studio per la disfunzione respiratoria usando il capnografo potrebbe migliorare i risultati in quei pazienti dove la terapia manuale, gli esercizi e l'educazione, non portassero ad una piena risoluzione dei sintomi.</p>

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
<p>Eur Spine Journal 2009 May 10</p> <p>Altered breathing patterns during lumbo pelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study</p> <p>N. Roussel N</p>	<p>Case control study a doppio cieco</p>	<p>Confronto del pattern respiratorio, in pz con low back pain cronico aspecifico rispetto ai soggetti sani</p> <p>Hp: i soggetti sani dovrebbero essere abili di eseguire test di controllo motorio senza variare il loro pattern respiratorio. Dovrebbe invece essere rilevato un cambiamento di pattern nei soggetti sintomatici.</p> <p>I soggetti sintomatici avranno maggiore difficoltà nei test motori</p>	<p>10 soggetti con low back pain cronico aspecifico (4 uomini, 6 donne)</p> <p>10 soggetti sani (4 uomini, 6 donne)</p>	<p>Il pattern respiratorio è stato valutato in posizione ortostatica, supina a respiro spontaneo e respiro profondo e durante due test di controllo motorio: Bent knee fall out (BKFO) e ASLR test</p> <p>Il pattern di controllo motorio della regione lombo-pelvica è stato valutato durante l'esecuzione del knee lift abdominal test (KLAT) e del BFKO con l'uso del biofeedback a pressione</p>	<p>I pz col LBP cronico aspecifico mostrano un alterato pattern di respirazione durante performance in cui è richiesto il reclutamento dei muscoli stabilizzatori locali della colonna</p> <p>Non vi è correlazione con l'intensità del dolore e l'alterazione della respirazione.</p> <p>Vi è correlazione tra la variazione del pattern respiratorio e la disfunzione del controllo motorio.</p>

Rivista, Anno, Titolo, Autore	Tipo di studio	Obiettivi	Popolazione	Terapia-Intervento-Misure di outcome	Risultati
<p>SPINE VOL.35, No 10 (2010) The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain L. Janssen s, PT, Simon Brumagne, PhD et al</p>	<p>Clinical trial</p>	<p>Determinare gli effetti sulle strategie di controllo posturale in persone con o senza L.B.P. durante l'affaticamento dei muscoli inspiratori (IMF).</p>	<p>28 soggetti . 16 con LBP e 12 sani</p>	<p>Lo spostamento del baricentro è determinato su una piattaforma per valutare la stabilità posturale. Le strategie di controllo propriocettivo sono state esaminate valutando lo spostamento del punto di pressione sulla piattaforma durante la vibrazione del tricipite surale o dei muscoli paravertebrali lombari</p>	<p>Dopo l'affaticamento dei muscoli inspiratori i soggetti sani hanno mostrato oscillazioni più larghe rispetto alla condizione di riposo. Nei soggetti con LBP, l'affaticamento dei muscoli inspiratori ha incrementato la fiducia nel segnale propriocettivo delle caviglie. Quindi dopo IMF i soggetti sani usano una strategia posturale più rigida dei soggetti con LBP. Questi risultati dimostrano che IMF potrebbe essere un fattore di rischio nell'alta ricorrenza di LBP.</p>

5. Discussione

Dall'analisi della letteratura su questo argomento risulta evidente il doppio ruolo del diaframma nel controllo respiratorio e di stabilizzazione dell'unità interna.

In quattro differenti studi (1,2,3,4) si è messa in relazione la capacità del diaframma di coordinare queste due funzioni in situazioni di maggior richiesta posturale.

In uno studio in particolare (1) si è richiesto ai soggetti in posizione eretta di effettuare un movimento di flessione-estensione con la spalla a differente frequenza e a differenti pattern respiratori. Le contrazioni del diaframma e del deltoide sono state misurate con l'elettromiografia (EMG).

Si è dimostrata una contrazione anticipatoria del diaframma, in associazione al simultaneo reclutamento del muscolo trasverso dell'addome di 20 ms rispetto all'attivazione del deltoide. Questo studio fornisce una definitiva evidenza che il diaframma è coinvolto nel controllo della stabilità posturale durante improvvisi movimenti degli arti.

542

P. W. Hodges, J. E. Butler, D. K. McKenzie, S. C. Gandevia

J. Physiol. 505.2

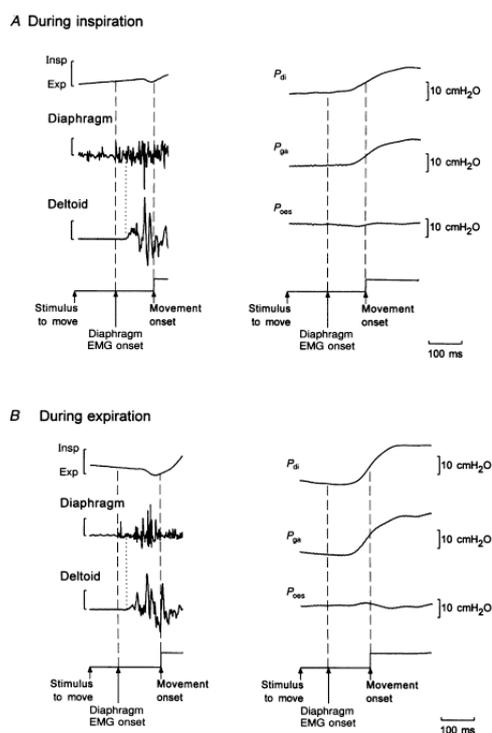


Figure 2. Arm movement during inspiration and expiration

Representative single trials of EMG from one subject from the costal diaphragm and deltoid, transdiaphragmatic (P_{di}), gastric (P_{ga}) and oesophageal pressure (P_{oes}) with rapid shoulder flexion occurring during inspiration (A) and expiration (B) (indicated by ribcage movement traces (top left panels A and B)). Onset of diaphragm EMG and initiation of movement of the limb are denoted by the vertical dashed lines and the onset of increase in deltoid EMG is denoted by the vertical dotted lines. Note the onset of increase in costal diaphragm EMG prior to that of deltoid, the onset of increase in P_{di} and P_{ga} prior to the initiation of movement of the limb and the consistent period between the onset of the increase in costal diaphragm EMG and the onset of deltoid for both inspiration (A) and expiration (B). Vertical calibrations: diaphragm, 50 μ V (A) and 100 μ V (B); and deltoid 1 μ V (A and B). Same time scale for each panel.

Il diaframma e la muscolatura addominale hanno una funzione opposta sulla gabbia toracica e l'addome nella respirazione ma insieme partecipano all'incremento della pressione intra-addominale. Durante il movimento del corpo, diaframma e trasverso dell'addome mantengono un'attività tonica, con un'aggiuntiva contrazione fasica in risposta alla forza e alla frequenza dei movimenti degli arti.

E se il sistema respiratorio fosse sottoposto ad un aumento della richiesta di ossigeno da parte del corpo?

In un studio (4) si è dimostrato come l'attività posturale del diaframma è diminuita durante l'aumento della richiesta respiratoria. Questa attenuazione sembra essere coordinata a livello dei pre-motoneuroni che bloccano gli input ai motoneuroni frenici.

Attraverso l'elettromiografia sono state registrate l'attività del diaframma e degli altri muscoli del tronco durante rapidi e ripetitivi movimenti con un A.S. prima a riposo, successivamente respirando attraverso un tubo. Si è così dimostrata un'attenuazione dell'attività stabilizzatrice e posturale del diaframma.

In un altro studio (10), si è analizzato l'affaticamento di tutti i muscoli inspiratori (IMF). Sono stati esaminati 28 soggetti, 16 che soffrivano di LBP aspecifico e 12 sani. La richiesta era quella di restare in equilibrio su una piattaforma propriocettiva prima e dopo aver affaticato i muscoli respiratori.

I soggetti sani, rispetto alla condizione di riposo, hanno mostrato, dopo IMF, oscillazioni più importanti, simili a quelle dei soggetti con LBP; questi ultimi hanno invece incrementato la fiducia nel segnale propriocettivo delle caviglie. Questi risultati dimostrano che IMF potrebbe essere un fattore di rischio nell'alta ricorrenza di LBP.

Dall'analisi della letteratura emergono altri fattori che correlano respirazione e "mal di schiena". La stimolazione tetanica del diaframma aumenta la pressione addominale del 27-61% e la stiffness spinale del 8-31%. Ci sono dunque evidenze che la tensione dei muscoli lombari aumenta quando la IAP (pressione intra-addominale) è elevata. (6). Anche lo studio di Shirley (5), va a sostegno di questa tesi. In questo caso la IAP e la stiffness dei muscoli da L2 a L4 sono aumentate a bassi livelli di capacità funzionale residua. Inoltre anche l'inserzione del diaframma sulle vertebre lombari potrebbe aumentare la stiffness. La condizione di dolore lombare (LBP cronico aspecifico) è anche oggetto di due studi (8,9).

Roussel e altri autori hanno dimostrato una correlazione tra LBP e pattern respiratorio. Sono stati esaminati 10 pazienti con low back pain cronico aspecifico e 10 soggetti sani. Il pattern respiratorio è stato valutato in posizione ortostatica, supina a respiro spontaneo e respiro profondo e durante due test di controllo motorio: Bent knee fall out (BKFO) e ASLR

test. I pazienti con LBP cronico aspecifico mostrano un'alterata modalità di respirazione durante performance in cui è richiesto il reclutamento dei muscoli stabilizzatori locali della colonna.

Non vi è correlazione tra l'intensità del dolore e l'alterazione della respirazione ma è dimostrata dunque la correlazione tra variazione del pattern respiratorio e la disfunzione del controllo motorio.

Mc Laughlin descrive invece come un allenamento respiratorio abbinato ad esercizi e terapia manuale possa migliorare la meccanica respiratoria, il dolore lombare e la funzione della colonna.(8).

Conclusioni

Dalla studi presi in esame nella mia revisione della letteratura è stato confermato il ruolo di stabilizzatore dell'unità interna che svolge il diaframma.

Il SNC coordina l'attività tonica e quella fasica, modulandole in base alle richieste posturali e respiratorie. Se la richiesta sarà posturale, il diaframma sarà in grado di attivarsi in anticipo (meccanismo di feedforward) rispetto al muscolo deltoide per mantenere un buon controllo del tronco. La contrazione anticipatoria è associata al simultaneo reclutamento del muscolo trasverso dell'addome. Tali azioni preparatorie aiutano la stabilità del tronco. Se viceversa prevarrà un aumentato bisogno di ossigeno, il diaframma intensificherà la propria azione respiratoria impoverendo la qualità del controllo motorio posturale e producendo un aumento della stiffness dei muscoli lombari. Quest'ultimo effetto può essere provocato da:

- l'aumento della pressione intraddominale (IAP)
- inserzione del diaframma sulle prime vertebre lombari (pilastri del diaframma)
- l'affaticamento dei muscoli inspiratori (IMF)

Tutte queste condizioni, in particolare la terza (IMF), come dimostrato nello studio di Roussel (9), possono essere considerate fattori di rischio per l'insorgenza di LBP.

Non vi è però correlazione tra intensità del dolore e alterato pattern respiratorio.

Per quanto riguarda le implicazioni nella clinica, una valutazione della meccanica respiratoria è indicata e consigliata in pazienti con LBP; è stato inoltre dimostrato che un allenamento respiratorio con terapia manuale ed esercizi produce un miglioramento della ventilazione e del dolore in pazienti con LBP.

Non sono stati reperiti articoli i cui si mettesse in relazione in modo esplicito, la retrazione o la riduzione di funzionalità del diaframma, con una problematica dorso-lombare.

Sono dunque auspicabili ulteriori studi per approfondire questi meccanismi patofisiologici e per rafforzare le evidenze sull'efficacia dei trattamenti sulla meccanica respiratoria in pazienti con LBP od altri disturbi muscoloscheletrici.

8. Bibliografia

1. Journal of physiology (1997) Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments P.W Hodges, J.E. Butler et al.
2. Journal of physiology (1999). Paul W Hodges, Inger Heijnen and Simon C Gandevia Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm
3. J. Physiology (2000). P. Hodges. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task J. sports phys ther. 2010 September; 5(3): 179-188. Kyndall L. Boyle, The value of blowing up a balloon
4. Journal of physiology (2001) Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increas. Paul W. Hodges, Heijnen and S. Gandevia
5. Journal of appl physiology (2002). Spinal stiffnes changes throughout the respiratory cycle. D. Shirley, P.W. Hodges, A. Eriksson and S. Gandevia
6. Journal of biomechanics, September (2005). Paul W. Hodges, A. E. Martin Eriksson et al. Intra-abdominal pressure increase stiffness of the lumbar spine
7. Magn resonance imaging (2006). Kiryu, Stephen H Loring et al. Quantitative analysis of the velocity and synchronicity of diaphragmatic motion: dynamic MRI in different postures
8. Manual therapy (2011). Breathing evaluation and retraining as an adjunct to manual therapy. L. Mc Laughin, C. Goldsmith, K. Coleman
9. Eur spine J (2009). Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study. N. Roussel et al.

10. SPINE Vol. 35 (2010). The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. L. Janssens, S. Brumagne, K. Polspoel.
11. Manual therapy (2007). Peter B. O'Sullivan and Darren Beales. Changes in pelvic floor and diaphragm kinematics and respiratory patterns in subject with sacroiliac joint pain following a motor learning intervention: a case series
12. Surgical Clinics of North America (2010). The diaphragm. M. S, Maish.
13. J appl physiology (1997). Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. C. M. Kenyon.
14. Australian Journal of physiotherapy (2006). M. D. Smith et al.. Disorder of breathing and incontinence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity
15. J. anat. (2002) October; 201(4): 305-312. The diaphragm: two physiological muscles in one. Pickering and James FX Jones
16. Journal of applied physiology (1982). Action of the diaphragm on the rib cage inferred from a force-balance analysis. S. Loring, J. Mead.
17. Arch. phys med rehabilitation. (2001). Pulmonary function and spinal characteristics: their relationships in person with idiopathic and postpoliomyelitic scoliosis. M. Lin, M Liaw.
18. Archives of disease in childhood (1986). Effects of posture and spinal bracing on respiratory function in neuromuscular disease. C.M. Noble-Jamieson, J. Heckmatt, M. Silverman
19. Manual therapy (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? P. Hodges.

20. Journal of physiology (1985). The respiratory activity of human levator costae muscle and its modification by posture. D. Goldman, L.Loh and T. Sears.
21. Monaldi arch. chest disease (1993). Control of breathing in chest wall diseases. C.Tardif, B. Sohler, J. Derenne
22. Scand J. Rehabil. Med. (1985). Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. IV. The causal factors of the intra-abdominal pressure rise. B. Hemborg, U. Moritz, H. Lowing
23. N. Am. J sports phys. Ther. (2010). The value of blowing up a balloon. K. Boyle, J. Olinick, C. Lewis.
24. Arch phys med rehabil (2001). Pulmonary function and spinal characteristics: their relationships in person with idiopathic and postpoliomyelitics scoliosis. Lin MC, Liaw et al.
25. Spine (2002). Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint play pain during the active straight-leg raise test. O'Sullivan P.B., D. Beales, J. Beetham, J. Cripps
26. Man. therapy (2001). Movement and stability dysfunction- contemporary developments. MJ. Comeford, SL. Mottram
27. Balboni. Anatomia umana. (2006).. Edi Ermes.
28. Exp Brain Res (2003) Impaired postural compensation for respiration in people with recurrent low back pain. S. Grimstone, P. Hodges.
29. Kapandji I.A. Fisiologia articolare vol.3. Tronco e rachide (2006), Monduzzi editore
30. Lezione master: Esercizi specifici per il controllo motorio nei soggetti con instabilità clinica del distretto lombo-pelvico: "Stabilizzazione lombo-pelvica" . M. Monti. A. Turolla C. Papeschi.