



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

Ano lectivo 2016-2017

4º Ano

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Efeitos da Técnica de Alongamento do Diafragma: uma
Revisão Bibliográfica**

Celeste Malheiro Sousa Ferreira
Estudante de Fisioterapia
Faculdade de Ciências da Saúde - UFP
28146@ufp.edu.pt

Orientador: José António Lumini de Oliveira
Professor Auxiliar
Faculdade de Ciências da Saúde – UFP
joselo@ufp.edu.pt

Porto, Abril de 2017

Resumo

Objetivo: Verificar quais os efeitos da técnica de alongamento do diafragma descritos na literatura. **Metodologia:** Efetuou-se uma pesquisa nas bases de dados *Pubmed/Medline*, *Physiotherapy Evidence Database scoring scale* (PEDro) e *ScienceDirect* de forma a identificar estudos randomizados controlados que avaliem os efeitos da técnica de alongamento do diafragma, publicados nos últimos 10 anos, tendo sido classificados metodologicamente através da escala de PEDro. **Resultados:** Nesta revisão foram selecionados 5 estudos envolvendo um total de 256 indivíduos, com classificação média de 8,2 em 10 na escala de PEDro. **Conclusão:** A técnica de alongamento do diafragma demonstrou otimizar a função pulmonar, a mobilidade diafragmática, a flexibilidade da cadeia posterior, a amplitude de movimento e o limiar de sensibilidade à dor na cervical. Contudo, devem ser realizados mais estudos para corroborar a eficácia do efeito da técnica a longo prazo.

Palavras-chave: Mobilização diafragmática, Terapia manual.

Abstract

Objective: To verify the effects of the diaphragm stretching technique described in the literature. **Methods:** A search was conducted in the *Pubmed / Medline*, *Physiotherapy Evidence Database scoring scale* (PEDro) and *ScienceDirect* databases to identify randomized controlled trials evaluating the effects of the diaphragm stretching technique, published in the last 10 years, having been classified methodologically using the PEDro scale. **Results:** In this review, 5 studies involving a total of 256 individuals were selected, with a mean classification of 8.2 in 10 on the PEDro scale. **Conclusion:** The diaphragm stretching technique demonstrated optimization of lung function, diaphragmatic mobility, posterior chain flexibility, range of motion and pain sensitivity threshold at cervical spine. However, further studies should be conducted to corroborate the efficacy of the long-term effect of the technique.

Key words: Diaphragmatic mobilization, Manual therapy.

Introdução

A definição de disfunção respiratória é variada sendo descrita, em termos práticos, como um ciclo respiratório pouco eficaz e inadequado às necessidades momentâneas do indivíduo (Courtney, 2009). A taxa de prevalência de disfunção respiratória na população em geral é de 5 a 11% (Hornsveld e Garssen, 1997), enquanto numa amostra de cuidados intensivos é de 29% (Kim et al., 2011).

A mecânica respiratória pode ser alterada por uma postura inadequada, sendo uma das alterações posturais mais frequentes, diretamente associados, a hiperlordose lombar, devido à ligação anatomofisiológica entre o diafragma e as vertebrae lombares (Antonio et al., 2015). Esta alteração da raquis interfere com o sistema respiratório provocando a retificação do diafragma, diminuindo assim a sua efetividade, a complacência tóraco-pulmonar, a expansibilidade da grade costal inferior, a ventilação pulmonar e a capacidade vital (Horie et al., 2009).

O diafragma é considerado o principal músculo da respiração e apresenta diversas funções no organismo, como ações estabilizadoras e posturais devido à sua relação com a coluna vertebral e grade costal. Portanto, pode-se considerar que a mecânica do ciclo respiratório é fundamental para a postura, isto porque o encurtamento do diafragma pode levar a alterações das restantes curvaturas, assim como, ser influenciado por estes podendo afetar outros sistemas fisiológicos (Hamaoui, Bozec, Poupard e Bouisset, 2006).

O diafragma, com uma forma achatada, tem um centro tendinoso e uma periferia muscular, dividindo-se em vários feixes, reunidos em três grupos: esternal, costal e lombar (Pina, 2010). A porção esternal liga-se, anteriormente, à face inferior do esterno, apófise xifóide, últimas seis costelas e cartilagem costal. A porção costal une-se, lateralmente, aos músculos quadrado lombar e transversos do abdômen, apófises transversais de T12 até porção média das décimas segundas costelas. Postero-medialmente, a porção lombar conecta-se aos corpos vertebrais, apófises transversas e discos vertebrais lombares superiores (L1 e L2), músculos psoas anterior e quadrado lombar (Nason et al., 2012 e Pina, 2010).

O encurtamento da cadeia inspiratória (diafragma, escalenos, peitoral menor, intercostais externos) e da cadeia posterior pode originar aumento do volume da caixa torácica em repouso, com diminuição do volume de ar corrente e diminuição da

mobilidade da coluna (Pasinato, Corrêa e Peroni, 2006 e Teodori, Moreno, Fiore Junior e Oliveira, 2003).

A excursão do diafragma pode ser afetada por fatores como: idade, sexo, índice de massa corporal e perímetro abdominal do sujeito (Romani, Miara e Carradore, 2014). Um estilo de vida sedentário, frequentemente, influencia o comprimento muscular, afetando a eficiência do músculo (Valenza, et al., 2015).

Para se conseguir obter maiores volumes e capacidades respiratórias, deve-se aumentar a expansibilidade torácica, de modo a que o músculo diafragmático esteja o mais alongado possível dentro do seu limite da capacidade contrátil, com uma boa relação comprimento-tensão, de forma a otimizar o seu desempenho muscular. Este fenómeno deve-se possivelmente à melhoria da interação entre os filamentos de actina-miosina, aumentando o comprimento funcional do músculo (Teodori, Moreno, Fiore Junior e Oliveira, 2003).

O alongamento das fibras musculares verifica-se assim relevante para a fisioterapia, uma vez que promove aumento da capacidade de expansão torácica melhorando a sua função, correção postural, aumento da força abdominal e da musculatura inspiratória e expiratória provenientes da correção do alinhamento pélvico e diminuição da hiperlordose lombar (Antonio, et al., 2015).

Esta abordagem terapêutica pode ser importante por ser uma técnica chave na prevenção de lesões (Valenza et al., 2015) e no tratamento para patologias respiratórias, que afetam a musculatura respiratória (Teodori, Moreno, Fiore Junior e Oliveira, 2003), para além de ser uma técnica segura, bem tolerada e com efeitos imediatos no diafragma (González-Álvarez et al., 2016), podendo influenciar a postura (Antonio, et al., 2015).

Dado o número reduzido de estudos realizados sobre esta técnica, este estudo tem como principal objetivo verificar quais os efeitos da técnica de alongamento do diafragma descritos na literatura.

Metodologia

No período de Dezembro de 2016 a Fevereiro de 2017 foi efectuada uma pesquisa computadorizada nas bases de dados *Pubmed/Medline*, *Physiotherapy Evidence Database scoring scale* (PEDro) e *ScienceDirect* com o objetivo de identificar estudos randomizados controlados que avaliem os efeitos da técnica de alongamento do diafragma, publicados no intervalo de tempo de 10 anos e classificados

metodologicamente através da escala de PEDro. A pesquisa foi realizada com as seguintes palavras-chave: *Diaphragm* e *Stretching*, com o operador de lógica (AND).

Nesta revisão estabeleceram-se os seguintes critérios de inclusão: estudos randomizados controlados; nível de qualidade metodológica igual ou superior a 7 segundo a escala de PEDro; publicados na língua inglesa, portuguesa ou espanhola; aplicados em humanos; com descrição da intervenção aplicada. E como critérios de exclusão: participante com história de trauma ou de cirurgia na coluna vertebral.

Os critérios foram determinados através da leitura dos resumos e, posteriormente, dos textos completos dos estudos pesquisados. Após a selecção dos artigos correspondentes aos critérios referenciados, avaliou-se a qualidade metodológica através da escala de PEDro.

Os critérios de elegibilidade e seleção de estudos foram efetuados de acordo com *Preferred Reporting Items For Systematic Reviews (PRISMA)* (Figura 1).

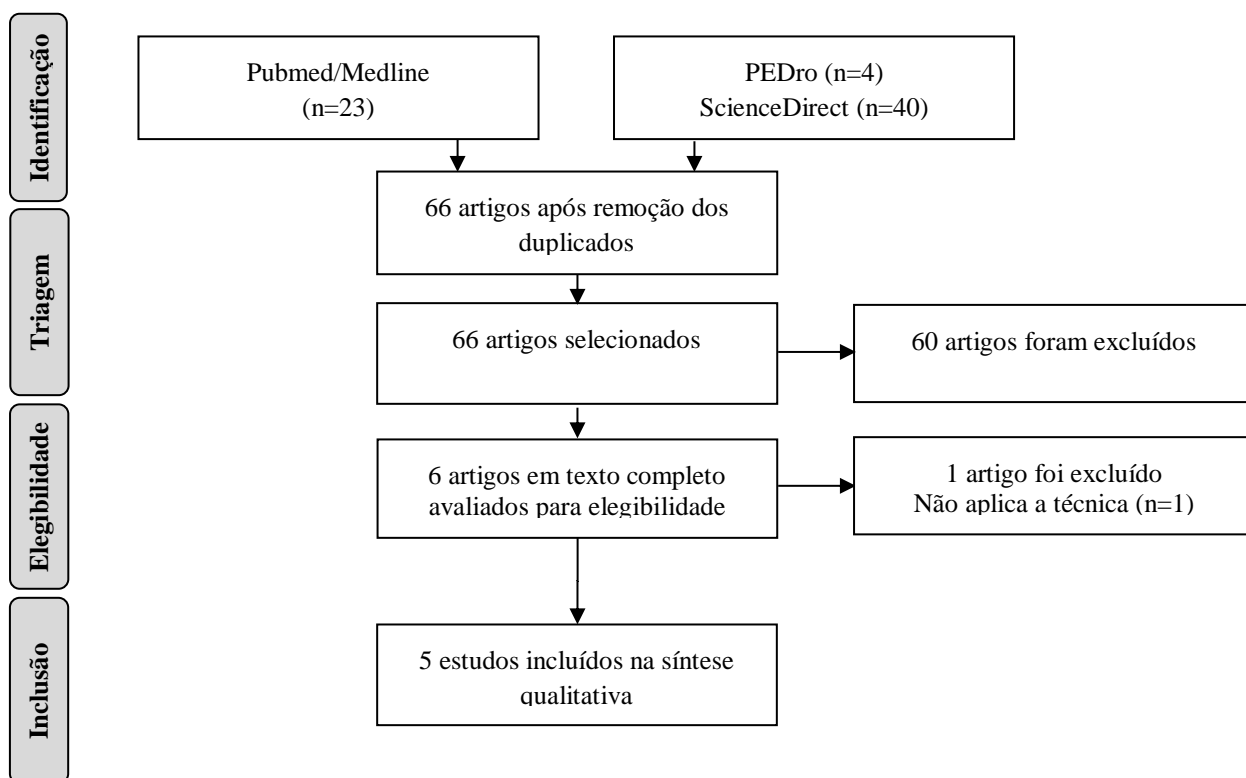


Figura 1- Fluxograma da seleção de artigos de acordo com os itens para revisões sistemáticas e meta-análises (PRISMA).

Resultados

Após a pesquisa realizada nas bases de dados, foram selecionados 5 estudos randomizados controlados que correspondiam aos critérios mencionados. O processo de seleção encontra-se representado na Figura 1.

Nos 5 estudos incluídos para esta revisão participaram um total de 256 indivíduos (sendo a amostra mínima utilizada de 17 e a máxima de 80 sujeitos), a média de participantes por estudo foi de 51,2 indivíduos (Tabela 1). Da amostra, 110 são do sexo masculino e 146 do sexo feminino, apresentado uma amplitude de idades entre os 17 e os 77 anos (com uma média de 37,7 anos) e uma média de IMC de 24,03Kg/m² (com um mínimo de 19,66 e o máximo de 32,7).

Dos 5 estudos referidos nesta revisão, todos eles avaliam os efeitos da técnica de alongamento do diafragma, sendo que dois deles avaliam efeitos a nível distal (um a nível da flexibilidade dos isquiotibiais e outro no limiar de sensibilidade à dor na cervical, na clavícula e no tibial anterior).

A informação recolhida dos estudos analisados encontra-se sumariada na Tabela 1, dispondo-se por autores e ano da publicação, tipo de estudo, características demográficas, duração, parâmetros avaliados, tipo de intervenção e resultados.

Qualidade metodológica

Nesta revisão foram incluídos artigos de estudos de controlo randomizados, no período de 10 anos, que avaliassem os efeitos da técnica de alongamento do diafragma (Tabela 2). No total dos 5 artigos selecionados para análise, estes apresentam uma média aritmética de 8,2 em 10, relativamente à sua qualidade metodológica. Os estudos considerados apresentaram uma boa qualidade metodológica, com boa interpretação dos dados e validade interna. Todos os estudos foram classificados pelo próprio investigador, respeitando os critérios de classificação da escala de PEDro pela autora (Tabela 2).

Tabela 2- Qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão segundo a classificação atribuída pela escala de PEDro.

Estudo	Critérios presentes	Total
Rocha et al., 2015	2,3,4,5,7,8,9,10,11	9/10
Valenza et al., 2015	2,3,4,7,8,9,10,11	8/10
González-Ávarez et al., 2015	2,3,4,7,8,9,10,11	8/10
González-Ávarez et al., 2016	2,3,4,7,8,9,10,11	8/10
McCoss, Johnston, Edwards e Millward, 2016	2,3,4,5,7,9,10,11	8/10

Nota: O critério 1 não participa no cálculo; O valor total remete-se ao número de critérios identificados em 10, que entram no cálculo.

Tabela 1- Sumário dos Estudos Incluídos na Revisão

Autores, Ano	Tipo de estudo	Características demográficas	Duração	Parâmetros avaliados	Tipo de intervenção	Resultados
Rocha et al., 2015	ECR: unicenrto	n=19 (14M e 5F; 65 a 77anos; IMC=20 a 29) GE=10 (8M e 2F; 66 a 76anos; IMC= 20 a 28) GC=9 (6M e 3F; 65 a 77anos; IMC= 23 a 29)	2 Semanas (com um intervalo de 1 a 2 dias)	-Mobilidade diafragmática: ecografia; -CEx : <i>6-minutes walk test</i> ; -PRmáx: PImáx, PEmáx (a partir VR e CPtrtotal) e PIsniff, com manómetro digital portátil; -Cinémática do abdómen e da parede torácica (volumes, CVestimada, capacidade inspiratória estimada): pletismografia optoelectrónica; (Estes parâmetros foram avaliados antes e depois da 1ª e 6ª sessão de tratamento, em ambos os grupos. Excepto a capacidade de exercício que apenas foi mensurada antes das sessões 1 e 6.)	GE: 6 tratamentos com a técnica libertação manual do diafragma; GC: 6 simulações da técnica (sem pressão ou tração). (2Séries com 10 respirações profundas, com 1min de intervalo entre elas.)	↑ Acumulativo: da mobilidade diafragmática, capacidade de exercício, capacidade inspiratória estimada. ↑ Agudo: PEmáx, PIsniff e a CVestimada. (A PImáx, Vpt e Vab não revelaram benefícios significativos.)
Valenza et al., 2015	ECR: cego	n=60 (23M 37F; 17 a 29anos; IMC=19,66 a 26,56) GE=30 (10M e 20F; 17 a 27anos; IMC=19,96 a 26,56) GC=30 (13M e 17F; 17 a 29anos; IMC=19,66 a 26,38)	1 Dia	-Medidas antropométricas: peso e altura; -Flexibilidade dos isquiotibiais: FFD test e PAT; -Mobilidade da coluna: teste de <i>Schober</i> modificado e amplitude de movimento da cervical (goniómetro). (Estes parâmetros foram avaliados antes e depois da sessão de tratamento, em ambos os grupos.)	GE: aplicação da técnica manual do diafragma GC: ecógrafo desligado.	↑ Flexibilidade dos isquiotibiais (<i>Schober</i> modificado); ↑ Todos os movimentos da cervical.
González-Ávarez et al., 2015	ECR: cego	n=80 (34M e 46F; 20 a 53anos; IMC=19,66 a 26,57) GE=43 (19M e 24F; 20 a	1 Dia	-Medidas antropométricas: peso, altura, número de cigarros por dia (se fumadores) e oximetria de pulso; -Expirometria: FVC e VEMS; -PRmáx: PImáx e PEmáx. (Os parâmetros FVC e VEMS foram	GE: aplicação da técnica manual do diafragma GC: ecógrafo desligado.	Logo após a aplicação da técnica: ↑ PRmáx, ↑ FVC e ↑ VEMS. Após 5min: ↑ FVC e ↑ VEMS. Após 20min: ↑ FVC e ↑ VEMS.

		52anos; IMC=19,95 a 26,57;Fumadores=22) GC=37 (15M e 22F; 21 a 53anos; IMC=19,66 a 26,38;Fumadores=19)		avaliados antes e depois da aplicação da técnica e ainda 5min e 20min após, em ambos os grupos.)		
González-Ávarez et al., 2016	ECR	n=80 (34M e 46F; 20 a 53anos; IMC=19,66 a 26,57) GE=43 (19M e 24F; 20 a 52anos; IMC=19,95 a 26,57;Fumadores=22) GC=37 (15M e 22F; 21 a 53anos; IMC=19,66 a 26,38;Fumadores=19)	1 Dia	-Medidas antropométricas: peso, altura; -Amplitude de movimento da cervical (flexão, extensão e inclinações): inclinómetro; -Flexibilidade do tronco e lombar: teste de <i>Schober</i> e <i>Finger-to-floor test</i> ; -Excursão abdominal e torácica. (Estes parâmetros foram avaliados antes e depois da sessão de tratamento, em ambos os grupos.)	GE: aplicação da técnica manual do diafragma GC: ecógrafo desligado.	No GE: ↑ Amplitude de movimento da cervical (extensão, inclinações), ↑ Flexibilidade da cadeia posterior (<i>Schober</i> teste), ↑ Excursão torácica a nível da apófise xifóide. No GC: ↑ Excursão abdominal.
McCoss, Johnston, Edwards e Millward, 2016	ECR: cego, crossover	n=17 (5 M e 12 F; 19 a 24anos; IMC=19,9 a 32,7)	2 Semanas (com um intervalo de pelo menos 3dias)	-Limiar de sensibilidade à dor: algómetro digital (a nível da cervical, clavícula e do tibial anterior, bilateralmente). (Este parâmetro foi avaliado antes e depois da sessão de tratamento, em ambos os grupos.)	GE: 3 aplicação da técnica manual do diafragma GS: 3 simulações da técnica (sem tensão) GC: 3 sessões sem tratamento ou simulação.	No GE: ↑ Limiar de sensibilidade à dor a nível da cervical, bilateralmente. (A nível da clavícula e do tibial anterior não se revelaram alterações significativas.) No GS: ↑ Limiar de sensibilidade à dor a nível direito da cervical. (A nível esquerdo da cervical, da clavícula e do tibial anterior não se revelaram alterações significativas.) (No GC não se verificaram alterações significativas.)

Legenda: ↑ - aumento significativo; **CEx** – Capacidade de exercício; **CPtotal** – Capacidade Pulmonar total; **CV** – Capacidade Vital; **F** – Feminino; **VEMS** – Volume expiratório máximo no 1ºsegundo; **TDF**– Teste de Distância de Flexão; **CVF** – Capacidade vital forçada; **GC** – Grupo Controlo; **GE** – Grupo Experimental; **GS** – Grupo Simulado; **IMC** – Índice de Massa Corporal (Kg/cm²); **M** – Masculino; **TAP** – Teste do Ângulo Poplíteo; **PEmáx** – Pressão Expiratória máxima; **PImáx** – Pressão Inspiratória máxima; **PIsniff** – Pressão Inspiratória sniff nasal; **PRmáx** – Pressões Respiratórias máximas; **ECR** – Estudo de Controlo Randomizado; **Vab** – Volume Abdomen; **Vpt** – Volume parede torácica; **VR** – Volume Residual.

Espirometria e capacidade de exercício

Dos cinco estudos, dois deles avaliam pressões respiratórias máximas (PR_{máx}), volumes e capacidade de exercício antes e depois da aplicação da técnica de alongamento no diafragma dos sujeitos.

O estudo de González-Álvarez et al. (2015) avaliou pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), pressão expiratória máxima (PE_{máx}) e capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório máximo no 1º segundo (VEMS) antes, imediatamente após, 5 minutos e 20 minutos depois da técnica, através de um espirómetro. Tendo obtido aumentos significativos, logo após a técnica, das PR_{máx} ($p < 0,001$), da CVF ($p = 0,006$) e da VEMS ($p = 0,042$), após 5min, da CVF ($p = 0,010$) e VEMS ($p = 0,018$) e, após 20 minutos da técnica, da CVF ($p = 0,006$) e VEMS ($p = 0,039$), tendo o VEMS diminuído ligeiramente.

Rocha et al. (2015) avaliaram antes e após da aplicação da técnica, num período de 2 semanas, as PR_{máx}, especificamente a PI_{máx}, PE_{máx} e pressão inspiratória sniff nasal (PI_{sniff}) e a capacidade de exercício com o *6-minutes walk test*, através de um manómetro digital portátil. Obtiveram aumentos significativos agudos das PE_{máx} e PI_{sniff} e aumento significativo acumulativo da capacidade de exercício (95% IC 11-32) e não houve aumentos significativos na PI_{máx}.

Mobilidade diafragmática

Dois dos cinco artigos avaliam excursão abdominal e torácica a partir da medição indireta de volumes e, num deles, mobilidade diafragmática por ecografia, antes e após a técnica.

Rocha et al. (2015), num período de 2 semanas, avaliaram a mobilidade do diafragma, através de ecografia, tendo verificado um aumento significativo no efeito acumulativo há sexta sessão de tratamento (95% IC 8-28). Também avaliaram a cinemática abdominal e torácica medindo volumes e estimando capacidade vital (CV) e capacidade inspiratória, através de pletismografia optoelectrónica. Tendo sido obtido aumento significativo agudo da CV_{estimada} no final da 1ª sessão (95% IC 151-439) e aumento significativo acumulado da capacidade inspiratória estimada (95% IC 100-560).

No estudo de González-Álvarez et al. (2016) mediu-se indiretamente a excursão abdominal e torácica, a partir da perimetria ao nível do 2º espaço intercostal, da apófise xifóide e no ponto médio entre a apófise xifóide e no umbigo. Tendo sido observado um aumento significativo da excursão torácica a nível da apófise xifóide ($p < 0,001$). No

grupo controlo, verificou-se um aumento significativo ($p=0,02$) apenas da excursão abdominal.

Mobilidade da cadeia posterior

Em dois estudos foram avaliados os efeitos da técnica ao nível da mobilidade da coluna e ainda nos isquiotibiais, imediatamente antes e depois da sua aplicação.

No estudo realizado por Valenza et al. (2015), a flexibilidade dos isquiotibiais foi avaliada com o teste de distância de alcance de flexão do tronco (TDF) e o teste do ângulo poplíteo (TAP), a mobilidade da coluna através do teste modificado de *Schober* e a amplitude de movimento da cervical (extensão, flexão e inclinação esquerda e direita) com um goniómetro. Verificou-se um aumento significativo na flexibilidade dos isquiotibiais ($p<0,001$), teste modificado de *Schober* ($p<0,05$) e nas amplitudes de movimento da cervical ($p<0,05$).

González-Ávarez et al. (2016) mediram a amplitude de movimento da cervical (extensão, flexão e inclinação esquerda e direita), através de um inclinómetro e a flexibilidade de tronco e lombar, a partir dos testes de *Schober* e *Finger-to-floor*. Tendo-se obtido um aumento significativo na extensão e inclinações da cervical e no teste de *Schober* ($p<0,001$).

Limiar de sensibilidade à dor

Um dos cinco artigos analisados testa o limiar de sensibilidade à dor por pressão antes e após o alongamento do diafragma a nível da cervical, clavícula e tibial anterior, de modo a verificar a sua relação com a parte nervosa proximal e distal, num período de 2 semanas. No estudo de McCoss, Johnston, Edwards e Millward (2016) verificou-se aumento significativo, no grupo experimental, no limiar de sensibilidade à dor a nível da cervical bilateralmente (esquerdo, $p=0,004$, e direito, $p=0,016$), contudo não se observaram a nível da clavícula nem do tibial anterior. Todavia, no grupo de simulação também se verificou um aumento significativo no limiar de sensibilidade à dor por pressão a nível da cervical do lado direito ($p=0,033$). Não houve diferenças significativas entre o lado esquerdo e o direito na cervical em nenhum dos grupos.

Discussão

Dos cinco estudos seleccionados para analisar, apenas dois coincidiram com a classificação da base de dados PEDro: Rocha et al. (2015) e Valenza et al. (2015). Porém, a classificação do estudo realizado por Valenza et al (2015) não está de acordo com os critérios de classificação, tendo sido classificado com 7/10 e classificado com

8/10, pela investigadora. O 9º parâmetro da escala, *intention to treat analysis*, que não foi considerado positivo, encontra-se presente, uma vez que todos os sujeitos foram avaliados antes e após a aplicação da técnica e todos receberam o tratamento ou a condição de controlo, conforme o respetivo grupo.

Relativamente aos critérios, utilizados nos cinco estudos, foram incluídos tanto não fumadores como fumadores, sujeitos sem patologias respiratórias e sujeitos com doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) clinicamente estável, adultos tal como idosos e indivíduos com Índice de Massa Corporal (IMC) saudável e indivíduos obesos.

O estudo de Rocha et al. (2015) foi o único que inclui sujeitos com DPOC clinicamente estáveis (sem agravamentos nas últimas 6 semanas), todos os outros incluíram sujeitos saudáveis ou que não apresentavam história recente de patologias cardiorrespiratórias ou outras condições que poderiam interferir nos resultados, como trauma na cervical.

A DPOC provoca hiperinflação das vias respiratórias causando alteração da posição das fibras musculares do diafragma, de uma posição vertical para transversal na zona de aposição, diminuindo a expansão da caixa torácica inferior e o seu diâmetro transversal na inspiração, reduzindo assim a eficiência da musculatura. Com esta alteração, o diafragma acaba por sofrer redução da sua capacidade de gerar pressão e, eventualmente, a sua mobilidade (Aliverti et al., 2009 e Yamaguti et al., 2008).

Quanto à idade, o estudo de Rocha et al (2015) foi o único que utilizou uma amostra com idade superior a 60 anos e os outros estudos usaram amostras jovens-adultas dos 17 aos 53 anos. No envelhecimento ocorre calcificação das articulações costovertebrais, disco intervertebrais e cartilagens costais que levam à rigidez da parede torácica, estas alterações dificultam a sua expansão, aumentam o trabalho da respiração e diminuem a capacidade funcional e vital (Hochhegger et al., 2012).

Rocha et al. (2015) e González-Álvarez et al. (2015) foram os únicos que limitaram o IMC das amostras a inferior a 30 e a 28Kg/m², respetivamente. Porém, todos os estudos tiveram indivíduos nas suas amostras com sobrepeso e, no entanto, no estudo de McCoss, Johnston, Edwards e Millward (2016), houve também indivíduos com obesidade de grau I. A obesidade comprime o tórax, alterando o diafragma para uma posição mais elevada, tendo ele que atuar contra a pressão torácica, esta alteração dificulta o trabalho mecânico da respiração, limitando a mobilidade do diafragma acabando por se verificar diminuição da capacidade residual funcional (Salome, King e Berend, 2010).

González-Álvarez et al. (2015) e González-Álvarez et al. (2016) usaram na amostra indivíduos fumadores perfazendo um total de 41 sujeitos no total de 80, sendo que no estudo González-Álvarez et al. (2015) os fumadores eram excluídos se fumassem mais de 20 cigarros por dia. A exposição ao fumo do tabaco provoca dano oxidativo nas proteínas musculares do diafragma e alterações morfológicas no tecido pulmonar, como destruição dos septos alveolares, alargamento dos alvéolos e aumento do número de macrófagos e neutrófilos. Ocorrendo primeiro o dano no diafragma e depois no tecido pulmonar (Carlos et al., 2014).

A posição de aplicação da técnica manual de alongamento do diafragma foi variável entre os estudos. Nos estudos de Rocha et al. (2015) e de McCoss, Johnston, Edwards e Millward (2016), os pacientes colocaram-se em decúbito dorsal e nos restantes estudos na posição sentado. A posição do sujeito é relevante uma vez que a posição do diafragma varia com este. Em decúbito dorsal, o diafragma encontra-se numa posição mais favorável em relação ao comprimento-tensão, devido à pressão criada pelas vísceras abdominais sobre o músculo. Nesta posição, a área de aposição é cerca de 45% da área total, enquanto que na posição ortostática é de 30%. Portanto, é recomendada a posição de decúbito dorsal para avaliação das PR_{máx} uma vez que parece favorecer a sua função (Romani, Miara e Carradore, 2014). Existe alguma variância no modo de execução da técnica. No estudo de Valenza et al. (2015), o terapeuta antes de aplicar a técnica rodou o tórax do paciente para os dois lados de modo a verificar qual apresentava maior mobilidade. Já nos estudos de González-Álvarez et al. (2015) e González-Álvarez et al. (2016) o tronco do paciente foi rodado ligeiramente com o objetivo de relaxar o reto abdominal. Para além desta discordância, o contacto manual também varia num dos estudos. No estudo de McCoss, Johnston, Edwards e Millward (2016) realizou-se o contacto manual com o polegar e região tenar, enquanto que nos restantes estudos o contacto manual foi realizado essencialmente com os últimos 3 dedos e região hipotenar. Porém, esta variação provavelmente não surte alterações dos resultados, se o modo em que a força for aplicada for semelhante. Todavia, esta técnica tem uma particularidade que devido à anatomofisiologia do diafragma a sua aplicação é efetuada a nível anterior, porém apenas é permitido o alongamento na porção costal (González-Álvarez et al., 2016). Em todos os estudos, a força aplicada foi direcionada à face postero-inferior das costelas e deslizada em sentido caudal e lateral, acompanhando o movimento das costelas. Sendo esta força aumentada gradualmente sem ceder, durante a inspiração. O estudo de Rocha et al. (2015) foi o único que aplicou a técnica

por séries, 2 séries de 10 respirações profundas, com 1 minuto de intervalo entre elas, todos os outros foram por tempos, variando de 90 segundos a 7 minutos.

O estudo realizado por Rocha et al. (2015) teve como objetivo avaliar os efeitos da técnica manual de libertação do diafragma na função respiratória em sujeitos com DPOC, durante duas semanas. Neste estudo, verificou-se um aumento cumulativo significativo na mobilidade diafragmática, na capacidade de exercício e na capacidade inspiratória estimada, e ainda um aumento agudo significativo na CV, PEmáx e na PIsniff. O aumento da expansão total da parede torácica e da CV devem-se, possivelmente, à aplicação da técnica, com tração, na repetição de ciclos respiratórios, promovendo mobilização das articulações da caixa torácica e aumento da amplitude de movimento. O aumento agudo significativo das pressões respiratórias indica que a intervenção não influenciou as propriedades contráteis do diafragma, apesar de aumentar a sua mobilidade. A mobilidade diafragmática considerada, em indivíduos saudáveis, foi de $18,7 \pm 7,7$ mm e $18,1 \pm 7,7$ mm, no sexo masculino e feminino, respetivamente (Testa et al., 2011), contudo existe uma grande variabilidade entre autores, algo que pode ser devido a factores como IMC (Saltiel, Grams, Pedrini e Paulin, 2013). O efeito cumulativo após a aplicação da técnica foi cerca de 18 mm no grupo experimental, portanto terá sido o suficiente para aproximar à normalidade a mobilidade diafragmática nos indivíduos com DPOC. Verificou-se uma correlação entre a mobilidade abdominal (avaliado pela pletismografia optoeletrónica) e a mobilidade diafragmática (através do ecógrafo), durante a inspiração, apesar de esta ser moderada ($r=0,45$). Esta correlação pode ter sido afetada uma vez que não foi possível avaliar estes dois parâmetros simultaneamente, devido à cabeça do ecógrafo ter sido posicionada na superfície abdominal subcostal anterior, em vez da face lateral da caixa torácica a qual permite a visibilidade dos pontos marcados.

O estudo realizado por Valenza et al. (2015) teve como objetivo testar os efeitos da técnica de libertação do diafragma, à qual denominaram de *Doming*, em pacientes com síndrome de encurtamento dos isquiotibiais. Os músculos isquiotibiais estão ligados diretamente à pelve, havendo uma alteração na sua flexibilidade, neste caso, vai afetar a mobilidade da pelve, a distribuição de forças da coluna, a curvatura lombar gerando um leque diverso de alterações compensatórias (Hamaoui, Bozec, Poupard e Bouisset, 2006). Já o diafragma está diretamente ligado à porção inferior esternal, grade costal e coluna lombar (Pina, 2010). A relação biomecânica da musculatura com outras estruturas sugere que a aplicação da técnica de libertação do diafragma pode ter impacto

em estruturas proximais e distais (Hamaoui, Bozec, Poupard e Bouisset, 2006), algo demonstrado pelo aumento significativo da flexibilidade dos isquiotibiais e da mobilidade da coluna.

O estudo realizado por González-Álvarez et al. (2015) teve como objetivo avaliar os efeitos da técnica de alongamento do diafragma na função pulmonar e na força respiratória em sujeitos saudáveis. Este estudo testou os efeitos imediatos e a duração dos mesmos. Tendo obtido aumentos significativos, logo após a técnica, na CVF, PRmáx e VEMS e 20 min depois apenas houve um aumento significativo da CVF e VEMS, apesar de ter sido menor. Ou seja, depois do alongamento, houve efeitos imediatos na força muscular respiratória através do aumento das PRmáx, possivelmente devido à alteração da região elástica do músculo (Spernoga, Uhl, Arnold e Gansneder, 2001), e da função pulmonar através do VEMS. Contudo, verificou-se o declínio da função pulmonar aos 20 min através da diminuição da VEMS. Este estudo teve como limitação a inclusão de um menor número de homens do que mulheres em ambos os grupos.

O estudo realizado por González-Álvarez et al. (2016) teve como objetivo avaliar os efeitos do alongamento do diafragma na cinemática da cadeia posterior e na excursão torácica e abdominal em sujeitos saudáveis. Verificou-se no grupo experimental aumentos significativos na amplitude de movimento da cervical, na flexibilidade da cadeia posterior e da excursão torácica a nível da apófise xifóide. O aumento da excursão ao nível da xifóide é potencialmente devido a este ser o ponto mais proximal do diafragma, onde a técnica foi aplicada. E no grupo de controlo verificou-se aumento significativo na excursão abdominal, provavelmente devido à postura relaxada que os participantes adotaram.

McCoss, Johnston, Edwards e Millward (2016) realizaram um estudo com o objetivo de fornecer evidência preliminar de um mecanismo neurológico de modulação de dor de interdependência regional inibitória (IRI) através da identificação de alterações dos limiares de sensibilidade à dor na cervical, imediatamente após a aplicação da técnica de libertação do diafragma, durante duas semanas. Estes autores defendem a teoria que a aplicação de qualquer técnica de terapia manual induz uma resposta neurofisiológica de *inputs* sensoriais através de mecanorreceptores, modulando a dor a nível espinal (Bialosky et al., 2009). Isto pode justificar a resposta imediata de diminuição de dor, após a aplicação de uma técnica manual, num local específico enervado, evidenciando uma IRI. Ou seja, possivelmente, a aplicação da técnica de libertação do diafragma

induz uma resposta distal de hipoalgesia a nível do segmento espinhal por ele inervado, na cervical a nível das raízes de C3 a C5. Para além do aumento significativo do limiar de sensibilidade à dor ao nível da cervical, bilateralmente, no grupo experimental, no grupo de simulação apenas se observou um aumento significativo ao nível da cervical do lado direito. Este resultado no grupo de simulação pode ser justificado através do estudo de Mancini, Nash, Iannetti e Haggard (2014) que observou uma redução de percepção de dor apenas com o toque manual durante 1,5 segundos. Este estudo teve como limitação o facto da amostra ser reduzida, o que pode originar erros na leitura dos resultados.

Para além das limitações referenciadas, todos os estudos, exceto o de González-Álvarez et al. (2015), não avaliaram a duração da efetividade da técnica. Outra limitação, que apenas o estudo de McCoss, Johnston, Edwards e Millward (2016) não apresentou, foi a comparação do grupo de controlo, onde foi aplicado o ultrassom ou simulada a técnica manual.

Conclusão

Com a realização desta revisão e em concordância com o objetivo proposto, a técnica de alongamento do diafragma demonstrou otimizar a função pulmonar e a mobilidade diafragmática, a nível distal também revelou efeitos significativos, tanto na flexibilidade da cadeia posterior como na amplitude de movimento e no limiar de sensibilidade à dor na cervical.

Devido aos seus efeitos imediatos, esta abordagem terapêutica parece ser uma técnica com potencial quer para a prevenção de lesões decorrentes de alterações posturais, quer para o tratamento de patologias respiratórias, quer musculoesqueléticas.

Contudo, devem ser realizados mais estudos para corroborar os efeitos da técnica, na correção postural e na reabilitação de patologias respiratórias e do foro muscular.

Referências Bibliográficas

- Aliverti, A., Quaranta, M., Chakrabarti, B., Albuquerque, A., e Calverley, P. (2009). Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. *European Respiratory Journal*, 33(1), 49-60.
- Antonio, T., Jassi, F., Miyajima, L., Sato, N. e Tsunoda, A. (2015). Relação da síndrome da pelve cruzada com a força respiratória: relato de caso. *Saúde em Revista*, 14(38), 3-13.
- Bialosky, J., Bishop, M., Price, D., Robinson, M., e George, S. (2009). The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Manual Therapy*, 14(5), 531-538.
- Carlos, S., Dias, A., Júnior, L., Patricio, P., Graciano, T., Nesi, R., Valença, S., Chiappa, A., Junior, G., Souza, T., e Chiappa, G. (2014). Oxidative damage induced by cigarette smoke exposure in mice: impact on lung tissue and diaphragm muscle. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 40(4), 411-420.
- Courtney, R. (2009). The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 12(3), 78-85.
- González-Álvarez, F., Valenza, M., Cabrera-Martos, I., Torres-Sánchez, I., e Valenza-Demet, G. (2015). Effects of a diaphragm stretching technique on pulmonary function in healthy participants: A randomized-controlled trial. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 18(1), 5-12.
- González-Álvarez, F., Valenza, M., Torres-Sánchez, I., Cabrera-Martos, I., Rodríguez-Torres, J., e Castellote-Caballero, Y. (2016). Effects of diaphragm stretching on posterior chain muscle kinematics and rib cage and abdominal excursion: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 20(5).
- Hamaoui, A., Le Bozec, S., Poupard, L., e Bouisset, S. (2006). Does postural chain muscular stiffness reduce postural steadiness in a sitting posture?. *Gait & Posture*, 25(2), 199-204.
- Hochegger, B., Meireles, G., Irion, K., Zanetti, G., Garcia, E., Moreira, J., e Marchiori, E. (2012). The chest and aging: radiological findings. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 38(5), 656-665.
- Horie, J., Murata, S., Inoue, Y., Nakamura, S., Maeda, Y., Matsumoto, Y., Sannomika, T. e Horikawa, E. (2009). A study of the influence of the pulmonary function on the angles of thoracic kyphosis and lumbar lordosis in community-dwelling elderly women. *Journal of Physical Therapy Science*, 21(2), 169-172.
- Hornsveld, K. e Garssen, B. (1997). Hyperventilation syndrome: an elegant but scientifically untenable concept. *The Netherlands Journal of Medicine*, 50, 13-20.
- Kim, W., Suh, H., Hong, S., Koh, Y., e Lim, C. (2011). Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Critical Care Medicine*, 39(12), 2627-2630.
- Mancini, F., Nash, T., Iannetti, G., e Haggard, P. (2014). Pain relief by touch: a quantitative approach. *Pain*, 155(3), 635-642.
- McCoss, C., Johnston, R., Edwards, D., e Millward, C. (2016). Preliminary evidence of Regional Interdependent Inhibition, using a 'Diaphragm Release' to specifically induce an immediate hypoalgesic effect in the cervical spine. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.
- Nason, L., Walker, C., McNeeley, M., Burivong, W., Fligner, C., e Godwin, J. (2012). Imaging of the diaphragm: anatomy and function. *Radiographics*, 32(2), E51-E70.

- Pasinato, F., Corrêa, E. e Peroni, A. (2006). Avaliação da mecânica ventilatória em indivíduos com disfunção têmporo-mandibular e assintomáticos. *Revista Brasileira Fisioterapia*, 10(3), 285-9.
- Pina, J. (2010). *Anatomia humana da locomoção*. 4ªed. Lidel.
- Rocha, T., Souza, H., Brandão, D., Rattes, C., Ribeiro, L., Campos, S., Aliverti, A., e Andrade, A. (2015). The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 61(4), 182-189.
- Romani, J., Miara, N. e Carradore, M. (2014). Avaliação clínica da função dos músculos respiratórios em adultos: Revisão da literatura. *Saúde*, 1(11).
- Salome, C. King, G., e Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology*, 108(1), 206-211.
- Saltiel, R., Grams, S., Pedrini, A., e Paulin, E. (2013). High reliability of measure of diaphragmatic mobility by radiographic method in healthy individuals. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(2), 128-136.
- Spernoga, S., Uhl, T., Arnold, B., e Gansneder, B. (2001). Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, 36(1), 44.
- Teodori, R., Moreno, M., Fiore Junior, J., e Oliveira, A. (2003). Alongamento da musculatura inspiratória por intermédio da reeducação postural global (RPG). *Revista Brasileira Fisioterapia*, 7(1), 25-30.
- Testa, A., Soldati, G., Giannuzzi, R., Berardi, S., Portale, G., e Silveri, N. (2011). Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 37(1), 44-52.
- Valenza, M., Cabrera-Martos, I., Torres-Sánchez, I., Garcés-García, A., Mateos-Toset, S. e Valenza-Demet, G. (2015). The Effects of Doming of the Diaphragm in Subjects With Short-Hamstring Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(4).
- Yamaguti, W., Paulin, E., Shibao, S., Chammas, M., Salge, J., Ribeiro, M., Cukier, A., e Carvalho, C. (2008). Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Respirology*, 13(1), 138-144.