

Rev Bras Fisiol Exerc 2019;18(4):236-46

<https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i4.3111>

REVISÃO

Influência do músculo diafragma no controle postural, na propriocepção e na dor lombar *Influence of the diaphragm muscle on postural control, proprioception and low back pain*

Juliana Eleticia Silva Barbosa*, Laize Pacheco dos Santos Almeida*, Mariana Pereira de Oliveira*, Marvyn de Santana do Sacramento**, Vinicius Afonso Gomes***, Jefferson Petto****, Alan Carlos Nery dos Santos*****

*Universidade Salvador (UNIFACS), Feira de Santana/BA, **Faculdade Social da Bahia, Salvador/BA, ***Grupo de Pesquisa Ciências da Saúde em Fisioterapia, Universidade Salvador (UNIFACS), Feira de Santana/BA, ****Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira/BA, Faculdade Social da Bahia, Salvador/BA, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador/BA, *****Grupo de Pesquisa Ciências da Saúde em Fisioterapia. Universidade Salvador (UNIFACS), Feira de Santana/BA, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador/BA

Recebido em 29 de julho de 2019; aceito em 30 de dezembro de 2019.

Correspondência: Alan Carlos Nery dos Santos, Universidade Salvador (UNIFACS), Campus Getúlio Vargas, Av. Getúlio Vargas, 2.734, Parque Getúlio Vargas, 44075-525 Feira de Santana BA

Alan Carlos Nery dos Santos: allannery.santos@hotmail.com

Juliana Eleticia Silva Barbosa: eleticiajuliana@gmail.com

Laize Pacheco dos Santos Almeida: laizepacheco.sa@hotmail.com

Mariana Pereira de Oliveira: myrrienne_mpo@hotmail.com

Marvyn de Santana do Sacramento: marvynsantana@gmail.com

Vinicius Afonso Gomes: vinicius.gomes@unifacs.br

Jefferson Petto: gfpecba@bol.com.br

Resumo

Introdução: A respiração é uma atividade biomecânica complexa, que envolve o tronco e o esqueleto apendicular. Isso pode sugerir envolvimento dos músculos respiratórios como o diafragma na patomecânica do movimento humano. **Objetivo:** Revisar sistematicamente estudos observacionais sobre a influência do músculo diafragma no controle postural, propriocepção e dor lombar em indivíduos adultos com lombalgia e assintomáticos. **Métodos:** Revisão sistemática baseado nas recomendações PRISMA, realizada nas bases de dados: Ebisco, Lilacs, Medline, Pedro, Scopus, Pubmed e Scielo, até dezembro de 2018. Utilizaram-se os descritores: *diaphragm, low back pain, proprioception e postural balance*. Consideramos elegíveis: estudos observacionais, com adultos assintomáticos, ou, com dor lombar. **Resultados:** As buscas identificaram 230 estudos, contudo, apenas 11 foram incluídos. Os estudos avaliaram 421 sujeitos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 71 anos. Em assintomáticos, a ativação do diafragma antecede os movimentos do tronco e esqueleto apendicular. Já na dor lombar, existe descoordenação diafragmática e respiratória, quando comparados aos voluntários assintomáticos. Também foi demonstrada associação entre os músculos respiratórios e a propriocepção. **Conclusão:** Os resultados demonstram que o diafragma exerce influência na biomecânica da coluna, no controle postural, propriocepção e sua disfunção está associada a gênese da dor lombar.

Palavras-chave: diafragma; propriocepção; dor lombar; controle postural.

Abstract

Introduction: Breathing is a complex biomechanical activity involving the trunk and the appendicular skeleton. This may suggest involvement of the respiratory muscles as the diaphragm in the pathomechanism of human movement. **Objective:** To systematically review observational studies on the influence of the diaphragm muscle on postural control, proprioception and low back pain in adult individuals with low back pain and asymptomatic. **Methods:** Systematic review based on the PRISMA recommendations, performed in the databases: Ebisco, Lilacs, Medline, Pedro, Scopus, Pubmed and Scielo, until December 2018.

The descriptors were: Diaphragm, Low Back Pain, Proprioception and Postural Balance. We considered eligible: observational studies, with asymptomatic adults, or with low back pain. *Results:* The searches identified 230 studies, however, only 11 were included. The studies evaluated 421 subjects of both sexes, aged between 18 and 71 years. In asymptomatic, the activation of the diaphragm precedes the movements of the trunk and appendicular skeleton. Already in the low back pain, there is diaphragmatic and respiratory discoordination, when compared to the asymptomatic volunteers. An association between respiratory muscles and proprioception has also been demonstrated. *Conclusion:* The results demonstrate that the diaphragm exerts influence in the biomechanics of the spine, in postural control, proprioception and its dysfunction is associated with the genesis of low back pain.

Key-words: diaphragm; low back pain; proprioception; postural balance.

Introdução

O diafragma, além de ser o principal músculo inspiratório, fornece suporte à porção lombar da coluna vertebral. O mesmo se insere sobre as três primeiras vértebras desse segmento, controlando também a pressão intra-abdominal. Segundo alguns autores, esse mecanismo seria responsável por influenciar diretamente o controle do tronco e anteceder os movimentos do esqueleto apendicular [1-4]. Por tal configuração, alterações na biomecânica do diafragma podem comprometer a estabilidade, a propriocepção e predispor a disfunções que podem gerar a dor lombar [5].

No Brasil, cerca de 94% dos indivíduos que apresentam dor na região lombar evoluem com déficit nas atividades laborais e comprometimento do desempenho profissional [6]. A lombalgia crônica afeta também a capacidade física e funcional, elevando drasticamente os custos com saúde a ela relacionados. Somado a isso, também causa prejuízo ao convívio social e afeta a qualidade de vida e os aspectos biopsicossociais da população acometida [5,7].

Além do comprometimento relacionado a dor lombar, o diafragma pode afetar a propriocepção e conseqüentemente o controle do tronco por mecanismos diferentes. Entre eles, estão a contração muscular assimétrica, menor quantidade de incursões [3] e fadiga diafragmática [8]. Tais mecanismos causam repercussões no equilíbrio, obrigando o sistema nervoso central a adaptar-se para manter o controle postural.

De acordo com as informações supracitadas e com o levantamento bibliográfico realizado, não se identificaram estudos conclusivos sobre o tema. Diante do exposto, nosso objetivo foi revisar sistematicamente a literatura sobre a associação entre o músculo diafragma com o controle postural, a propriocepção e a dor lombar de indivíduos adultos assintomáticos, ou com dor lombar.

Material e métodos

Delineamento

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura, estruturada com base nas recomendações *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* – PRISMA [9], para responder a seguinte questão: existe influência do músculo diafragma no controle postural, propriocepção e dor lombar de indivíduos adultos com dor lombar crônica, quando comparado a controles assintomáticos?

Crítérios de elegibilidade

Foram incluídos estudos observacionais, controlados, com dados primários, que investigaram a associação entre o músculo diafragma, sua disfunção e a dor lombar, o controle postural e a propriocepção de indivíduos adultos assintomáticos, ou, com dor lombar. Tais estudos deveriam estar disponíveis na íntegra e ter os métodos de avaliação realizados por meios como a ressonância magnética, eletromiografia, ultrassonografia, ou, espirometria. Não foram realizadas restrições quanto ao idioma e o tempo de publicação dos estudos. Por outro lado, foram excluídos estudos que não relataram a metodologia aplicada para avaliação, estudos em periódicos não indexados, os com população exclusivamente com dor aguda, patologias neuromusculares e pulmonares diagnosticadas, estudos de caso, além de artigos de revisão.

Estratégia de busca

As buscas foram realizadas nas bases de dados Pubmed, Ebsco, Lilacs, Medline, Scielo, Scopus e Pedro por dois revisores independentes, entre agosto e dezembro de 2018, mediante os descritores: *Diaphragm*, *Low Back Pain*, *Proprioception*, *Postural Balance*. E os cruzamentos: *Diaphragm [AND] Low Back Pain*, *Diaphragm [AND] Proprioception* e *Diaphragm [AND] Postural Balance*.

Seleção dos estudos e extração de dados

Os estudos encontrados foram triados por meio da leitura do título, em seguida, uma nova triagem foi feita através da reanálise dos títulos e leitura dos resumos. Os estudos que atenderam aos critérios de elegibilidade foram recuperados para leitura do texto na íntegra, sendo selecionados após nova avaliação de elegibilidade Figura 1. Após realização dessa etapa, foi criado um formulário para extração das seguintes informações: autor e ano de publicação, tipo de estudo, população (características), problema (condição clínica), métodos e técnicas de avaliação e principais resultados dos estudos selecionados.

Avaliação da qualidade metodológica

A qualidade dos estudos foi avaliada por meio dos critérios metodológicos propostos por Downs e Black (1998), pontuados em 27 questões de um checklist, que se pautava em aspectos metodológicos de comunicação, validade externa, validade interna (viés), validade interna (fatores de confusão) e poder estatístico. Para avaliação dos estudos, consideraram-se apenas 20 questões, excluindo-se as questões 14, 15, 16, 19, 23, 24, 26, por não tratarem de estudos observacionais. Para cada questão, aplicou-se o escore zero, caso o artigo não contemplasse o que se está avaliando, e o escore um (1), quando apresentava resposta positiva ao requisito, apenas a questão 5 tinha como escore máximo 2. Com isso, a pontuação máxima de cada artigo foi de 21 pontos. Foram feitas adaptações conforme as recomendações da diretriz metodológica para elaborações de revisões sistemáticas e metanálises de estudos observacionais [10]. A avaliação dos artigos foi realizada por dois pesquisadores da presente revisão (J.E.S.B e L.P.S.A), de forma independente. A fim de minimizar eventuais discordâncias na pontuação dos artigos, foi consultada a opinião de um terceiro pesquisador (A.C.N.S).

Resultados

Nas buscas, a princípio foram encontrados 230 artigos, dos quais 86 foram selecionados a partir da leitura do título e a concordância deles com os critérios previamente estabelecidos. Destes, 32 foram excluídos por duplicidade, restando 54 estudos que foram triados pelo conteúdo do resumo. Entretanto, 25 deles não atenderam ao objetivo da presente revisão e foram excluídos. Restando assim, 29 artigos para leitura de texto completo. Contudo, após nova análise, 18 estudos não se encaixaram nos critérios de elegibilidade, pois, não avaliaram diretamente a ação do diafragma, tinham amostra de indivíduos com doença pulmonar, ou, por utilizarem voluntários menores de 18 anos. Assim, apenas 11 foram ser selecionados. A figura 1 ilustra o processo de triagem e seleção dos artigos incluídos nesta revisão.

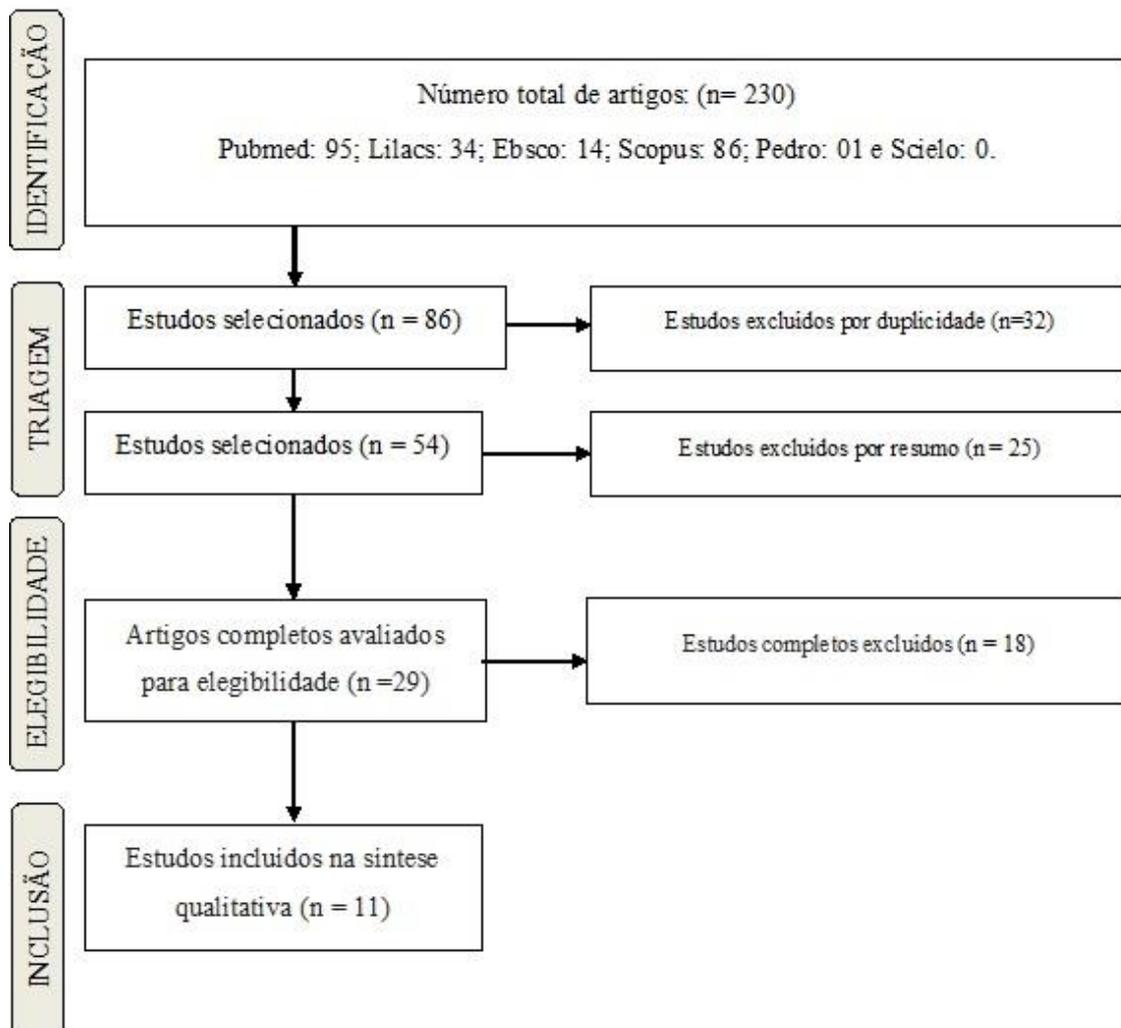


Figura 1 - Fluxograma de triagem e seleção dos estudos

Em relação a característica, os principais objetivos dos estudos selecionados foram: avaliar a resposta do diafragma e músculos inspiratórios durante alterações posturais e/ou em movimentos dos membros superiores e inferiores [1,3,5,11-14]; avaliar a propriocepção [12,14]; verificar a prevalência de fadiga dos músculos inspiratórios em participantes com dor lombar [8].

No que diz respeito às amostras dos estudos descritos nas tabelas I e II, foram avaliados indivíduos de ambos os sexos, eutróficos [1,3,7,8,11-17] e com dor lombar [3,5,7,11,13,17]. A idade da população estudada variou entre 18 e 71 anos, e o tamanho amostral entre 5 e 150 indivíduos, resultando em um total de 421 indivíduos. Desses, 194 compuseram o grupo experimental, 72 integraram o controle e 155 sujeitos foram oriundos de estudos não controlados.

Tabela I – Síntese qualitativa dos estudos que analisaram a associação entre os músculos respiratórios e dor lombar

Referência	Tipo de estudo	População	Problema	Avaliação	Resultados
Roussel et al. [14], 2009.	Caso controle	20 participantes. Experimental 10 com dor lombar crônica, sendo 06 mulheres. Controle 10 indivíduos saudáveis, sendo 04 mulheres. Idade 18-65 anos.	Dor lombar crônica VS. Controle saudáveis.	Escala Visual Analógica da Dor (VAS); pontuação de BORG; teste de elevação da perna estendida (ASLR); teste do joelho dobrado cair (BKFO) e o teste abdominal de elevação do joelho (KLAT).	50-60% dos pacientes com dor lombar crônica apresentaram alterações no padrão respiratório durante atividades em que os estabilizadores do tronco são desafiados, porém não necessariamente estão relacionadas à dor.
Kolar et al. [3], 2012	Caso controle	47 participantes Experimental 18 com dor lombar crônica, sendo 07 mulheres. Idade 48±13 anos. Controle 29 indivíduos saudáveis, sendo 25 mulheres. Idade 29±7 anos.	Dor lombar crônica VS. Controle saudáveis.	Exame de ressonância com flexão isométrica de membros superiores e inferiores; espirometria.	Pacientes com dor lombar apresentaram menos incursões diafragmáticas, quando se apresentavam em atividades posturais.
Vostatek et al. [18], 2013	Caso controle	33 participantes. Experimental 17 com patologia na coluna lombar, sendo 08 mulheres. Controle 16 indivíduos saudáveis, sendo 11 mulheres. Idade 23-65 anos.	Dor lombar crônica VS. Controle saudáveis.	Propriedades da respiração e o movimento do diafragma em respiração espontânea e em flexão de quadril, com um aparelho de ressonância magnética.	Controle O diafragma possui maior amplitude de movimento com menor frequência de respiração e melhor coordenação. Dor Lombar Essas funções se mostram comprometidas.
Ostwal et al. [5], 2014	Observacional	150 pacientes, de ambos os sexos. Idade 18-65 anos. Grupos Dor lombar aguda, subaguda e crônica.	Dor lombar.	Respiração espontânea; teste de elevação da perna estendida (ASLR); teste abdominal de elevação do joelho (KLAT); e teste de queda do joelho dobrado (BKFO).	34% apresentaram disfunção na respiração espontânea; 84% apresentaram disfunção respiratória no ASLR; 88% tiveram alteração do padrão no KLAT; no BKFO 91% apresentaram alterações.

Tabela II – Síntese qualitativa dos estudos que analisaram a associação entre os músculos respiratórios, controle postural e propriocepção

Referência	Tipo de estudo	População	Problema	Avaliação	Resultados
Hodges et al. [1], 1997	Observacional	5 participantes, sendo 4 homens. Idade 25-44 anos.	Assintomáticos.	Eletromiografia do diafragma aos movimentos do polegar, punho, cotovelo e ombro. Ultrassonografia do comprimento e mudança de comprimento da zona de aposição do hemidiafragma direito durante os movimentos dos membros.	A contração do diafragma precede o início do movimento dos membros e esta ação pode auxiliar na estabilidade do tronco.
Hodges et al. [11], 2001	Observacional	13 participantes saudáveis, sendo 10 homens. Idade 30 ± 8 anos.	Assintomáticos.	A atividade do diafragma durante a ventilação associada a movimentos dos membros, por eletromiografia.	A amplitude da atividade inspiratória no diafragma aumentou quando a ventilação aumentou.
Janssens et al. [12], 2010	Observacional	28 participantes Experimental 16 com dor lombar, sendo 11 mulheres. Controle 12 saudáveis, sendo 5 mulheres. Idade 18 a 33 anos.	Dor lombar crônica VS. Controle saudáveis.	Análise cinemática para avaliar as características do balanço postural; Vibração muscular mecânica para investigar a propriocepção do tronco; Teste de fadiga dos músculos inspiratórios; Protocolo experimental para avaliar o controle motor e fadiga muscular inspiratória.	Experimental Dor lombar não apresentou alterações, visto a grande dependência do tornozelo. Controle Aumento do controle de tronco, da fadiga dos músculos inspiratórios e da dependência do tornozelo para o controle proprioceptivo. Não foram encontradas diferenças significativas no tempo de fadiga entre os grupos.
Kolar et al. [13], 2010	Observacional	30 participantes, sendo 25 mulheres. Idade ± 29 anos.	Assintomáticos.	Atividade do diafragma por Ressonância Magnética dinâmica, com gravações espirométricas simultâneas durante as atividades de membros superiores e inferiores.	A posição inspiratória do diafragma em ambas as atividades isométricas dos membros posturais é significativamente menor em comparação com a respiração normal.
Kolar et al. [3], 2012	Caso controle	47 participantes. Experimental 18 com dor lombar crônica, sendo 7 mulheres. Idade 48 ± 13 anos.	Dor lombar crônica VS. Controle Saudáveis.	Exame de ressonância com flexão isométrica de membros superiores e	Pacientes com dor lombar apresentaram menos incursões diafragmáticas, quando se apresentavam em

		Controle 29 saudáveis, sendo 25 mulheres. Idade 29 ± 7 anos.		inferiores; espirometria.	atividades posturais.
Kim and Lee et al. [16], 2013	Observacional	22 participantes. Experimental 11 indivíduos, sendo 6 mulheres. Idade 22,55 ± 5,75 anos. Controle 11 indivíduos, sendo 7 mulheres. Idade 20,82 ± 1,78 anos.	Assintomáticos.	Utilizaram-se o Cardio Touch 3000S (BIONET) para medir dois índices de função pulmonar (CVF e VEF1) e o Biofeedback de pressão (PBU) para medir a estabilidade lombar.	Aumento da função diafragmática e do volume respiratório, e um ótimo desempenho no papel na estabilização da coluna lombar através da co- contração do transverso do abdominal.
Kweon et al. [15], 2013	Observacional	40 participantes, sendo 21 mulheres. Idade 18 a 28 anos.	Assintomáticos.	Resposta eletromiográfica da respiração silenciosa, combinada, diafragmática e de treinamento de resistência muscular respiratória.	Durante a respiração de treinamento com resistência muscular, cada músculo apresentou o maior percentual de contração isométrica voluntária máxima.
Park et al. [17], 2015	Observacional	33 participantes, sendo 17 mulheres. Idade 20,33 ± 2,10 anos.	Assintomáticos.	Cinco padrões sentado e em pé: respiração silenciosa (QB), manobras respiratórias forçadas (FRM) [respiração combinada (CB), respiração diafragmática (DB), respiração pulsada dos lábios (PLB) e treinamento respiratório de resistência muscular (RMET).	O aumento das exigências respiratórias de FRM induziu maior ativação do QB; o RMET foi o padrão mais eficaz para aumentar as atividades dos músculos estabilidade da coluna independentemente da posição.

Ainda de acordo com as tabelas I e II, os métodos de avaliações do diafragma mais frequentes foram: atividade eletromiográfica (EMG) [1,11,15], ultrassonografia (USG) [1] e ressonância magnética (RM) [3,7,18]. A espirometria foi empregada para verificação da demanda ventilatória [3,13], além do exame físico por meio da palpação/inspeção do terapeuta [5].

Entre os principais achados, podemos observar na tabela I que os estudos evidenciam maior descoordenação diafragmática e respiratória de indivíduos com dor lombar quando em atividades que desafiam a estabilidade do tronco, comparados a indivíduos saudáveis. Já na tabela II, os resultados demonstram correlação entre os músculos respiratórios e a propriocepção, onde os indivíduos com dor lombar e/ou com fraqueza da musculatura respiratória apresentam maior dependência dos músculos do tornozelo para o controle proprioceptivo.

No que diz respeito a qualidade metodológica, avaliada através da escala proposta por Downs and Black, a maior parte dos estudos são caracterizados como transversais, de cunho observacional, sendo quatro estudos de caso controle. Em relação aos cinco domínios analisados pelo instrumento de avaliação, tabela III, o relato tem informações suficientes para minimizar o risco de viés. No mesmo sentido, o item viés, que avalia a presença de viés de aferição diferencial, que ocorrem quando os métodos de aferição são diferentes entre os grupos, também mostrou baixo risco. Porém, no item validade externa, três estudos apresentaram

pontuação baixa, fato que limita a generalização dos resultados. Contudo, o item variável de confusão, apresentou baixa pontuação em apenas um estudo, o que indica que a maioria da nossa amostra é composta de estudos com baixo viés de seleção e heterogeneidade da amostra. Por fim, o ponto mais crítico, após análise dos estudos, é que nenhum deles reportam cálculo de suficiência amostral, ou, poder estatístico. Os escores obtidos na avaliação variaram entre 15 e 19 pontos e podem ser conferidos na tabela III.

Tabela III – Pontuação Downs and Black

Autor	Relato (11 pontos)	Validade externa (3 pontos)	Viés (3 pontos)	Variável de confusão (3 pontos)	Poder (1 ponto)	Total (21 pontos)
Hodges <i>et al.</i> [1], 1997	10	02	03	02	00	17
Hodges <i>et al.</i> [11], 2001	09	02	03	03	00	17
Roussel <i>et al.</i> [14], 2009	10	01	03	02	00	16
Janssens <i>et al.</i> [12], 2010	10	01	03	02	00	16
Kolar <i>et al.</i> [13], 2010	09	02	03	01	00	15
Kolar <i>et al.</i> [3], 2012	11	03	03	02	00	19
Vostatek <i>et al.</i> [18], 2013	11	02	03	02	00	18
Ostwal <i>et al.</i> [5], 2014	10	03	02	03	00	18
Kweon <i>et al.</i> [15], 2013	08	02	03	02	00	15
Park <i>et al.</i> [17], 2015	09	01	03	02	00	17
Kim and Lee [16], 2013	10	03	03	03	00	19

Discussão

Em resposta aos objetivos desta revisão sistemática, identificou-se que os estudos analisados apontam para existência de associação entre a disfunção do diafragma e a dor lombar em indivíduos adultos. Além disso, alterações desse músculo também estão potencialmente associadas a falhas no controle postural e na propriocepção. Interessante notar que em indivíduos com dor lombar crônica, o diafragma apresenta descoordenação contrátil em atividades que desestabilizam a postura. Em conjunto esses resultados sugerem participação direta do músculo diafragma na biomecânica e patomecânica do movimento humano.

De acordo com a literatura, uma das possíveis justificativas a esse resultado reside no fato da diferença de ativação exercida entre a região anterior e posterior do diafragma, que traciona as três primeiras vértebras lombares anteriormente e reduzem a pressão intra-abdominal. Além disso, existe também maior prevalência de fadiga na musculatura respiratória de indivíduos com lombalgia [19].

Somado a isto, partindo do princípio da dupla função diafragmática, é possível estabelecer uma relação entre alterações do padrão ventilatório com disfunções da coluna lombar, sendo o inverso também considerado. Corroborando essa hipótese, os resultados de Roussel *et al.* [14] demonstraram que existem alterações no padrão respiratório de pacientes com lombalgia crônica.

Ainda sobre os quadros de lombalgia, é possível notar que mudanças no padrão respiratório acionam o diafragma para facilitar a estabilidade postural quando submetido a atividades que desafiem o controle postural. Esses resultados são apoiados pelo estudo de Ostwal *et al.* [5], no qual foram avaliados 150 indivíduos com dor lombar. Nesse estudo, aproximadamente 71% dos pacientes apresentaram alterações respiratórias durante atividades motoras, enquanto 34% delas apresentaram tais alterações mesmo em repouso.

Outro resultado a ser destacado, é que, a contração do diafragma antecede os movimentos do esqueleto apendicular. Isso ajuda a explicar a sua participação no controle

postural e estabilidade para realizar exercícios, ou, atividades sem prejuízo estrutural da coluna. Pesquisas nessa área mostraram que a contração diafragmática aumenta a pressão intra-abdominal, fato que proporciona uma melhor estabilidade ao tronco [1,3,14].

Além disso, indivíduos com lombalgia crônica cursam com descoordenação diafragmática durante a contração isométrica da musculatura do esqueleto apendicular. Tal incoordenação, pode gerar tração anterior das vértebras lombares, favorecendo a hiperlordose, podendo também reduzir a pressão intra-abdominal. Somado a isso, essa população também apresenta redução do movimento na parte anterior e média do diafragma. Assim, podemos sugerir que a falha na ativação do diafragma pode ser um mecanismo envolvido na dor lombar [3,14].

Apoiando estes resultados, outras pesquisas demonstraram que a fadiga dos músculos inspiratórios é a causa de maior dependência do tornozelo para o controle proprioceptivo, mesmo em indivíduos assintomáticos, sendo tal padrão semelhante ao utilizado por sujeitos com lombalgia. Isso resulta em diminuição da estabilidade postural e controle do tronco, indicando que falência da musculatura respiratória pode ser um fator para recorrência de lombalgia em adultos [8,12]. Assim, o déficit proprioceptivo apresentado como consequência da fadiga muscular diafragmática pode ser apontado como um dos facilitadores da dor.

Ainda em relação à disfunção dos músculos respiratórios e a propriocepção, encontra-se na literatura um estudo realizado com portadores de DPOC. A partir dele, foi possível identificar que essa população tem a musculatura inspiratória mais fraca, bem como também apresentam maior dependência proprioceptiva dos músculos estabilizadores do tornozelo para manter o controle postural quando em atividades instáveis [2], o que reforça nossos resultados. Contudo, entende-se que a função e a força diafragmática desses indivíduos estejam comprometidas pela própria doença, que tem como características a hiperinsuflação pulmonar e a hipomobilidade torácica.

Apoiando a hipótese discutida neste estudo, pesquisas investigando exercícios respiratórios e, especificamente, o treinamento muscular inspiratório, tem demonstrado efeitos não inferiores aos apresentados pelo tratamento fisioterapêutico convencional para dor lombar crônica [20]. Além disso, foi demonstrado que exercícios para os músculos respiratórios (diafragma) são capazes de promover mudanças clinicamente relevantes nas curvaturas torácica e lombar, aumentar a propriocepção e estabilidade lombopélvica [20]. Em conjunto, tais mudanças resultam em diminuição da dor e incapacidade e aumentam a qualidade de vida e desempenho funcional durante as atividades laborativas e de vida diária. Dessa maneira, os resultados aqui apresentados abrem espaço para discussões sobre diferentes parâmetros de avaliação e possibilidades de tratamentos para a população com dor lombar crônica inespecífica.

Por fim, o presente estudo possui limitações que precisam ser discutidas, a primeira delas apoia-se no fato de que grande parte dos estudos aqui revisados apresentam poder estatístico limitado, principalmente pela ausência de cálculo do tamanho amostral. O outro ponto refere-se à heterogeneidade na metodologia de avaliação dos resultados-chave apresentada pelos estudos, fato que dificulta a comparação e a metassíntese dos resultados aqui discutidos. Por outro lado, a análise da qualidade metodológica identificou baixo risco de viés e alta validade externa dos resultados dos estudos analisados. Além disso, o fato de os dados envolverem indivíduos de ambos os sexos e em diferentes faixas etárias permite extrapolação da hipótese aqui apresentados.

Conclusão

Em resumo, os resultados desta revisão sistemática demonstram que o diafragma é um importante estabilizador da coluna lombar e que alterações na sua atividade podem ser associadas à dor lombar, ou, fatores ligados e ela. Também foi visto que falhas na função do diafragma causam perturbações na biomecânica da coluna, promovendo alterações no controle postural e perda de propriocepção, fato que sugere participação desse músculo na etiologia da dor lombar crônica.

Referências

1. Hodges PW, Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *J Physiol* 1997;505(Pt2):539-48. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1997.539bb.x>
2. Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Hermans G, Troosters T, Gayan-Ramirez G. Greater diaphragm fatigability in individuals with recurrent low back pain. *Respir Physiol Neurobiol* 2013;188(2):119-23. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.05.028>
3. Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Cakrt O, Andel R, Kumagai K, Kobesova A. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(4):352-62. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3830>
4. Bordoni B, Marelli F, Morabito B, Sacconi B. Manual evaluation of the diaphragm muscle. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016;11:1949-56. <https://doi.org/10.2147/COPD.S111634>
5. Ostwal PP, Wani SK. Breathing patterns in patients with low back pain. *Int J Physiother Res* 2014;2(1):347-53.
6. Teixeira MJ, Shibata MK, Pimenta CAM, Corrêa CF. Dor no Brasil: estado atual e perspectivas. In: Teixeira MJ, Corrêa CF, Pimenta CAM, eds. *Dor: conceitos gerais*. São Paulo: Limay; 1995.
7. Maetzel A, Li L. The economic burden of low back pain: a review of studies published between 1996 and 2001. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2002;16(1):23-30. <https://doi.org/10.1053/berh.2001.0204>
8. Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Claeys K, Pijnenburg M, Burtin C et al. Proprioceptive changes impair balance control in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *PLoS One* 2013;8(3):e57949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057949>
9. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 2009;6(7):e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
10. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais comparativos sobre fatores de risco e prognóstico/ Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.
11. Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J Physiol* 2001;537(Pt3):999-1008. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00999.x>
12. 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* 2010;35(10):1088-94. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181bee5c3>
13. Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Neuwirth J, Bokarius AV, et al. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *J Appl Physiol* 2010;109(4):1064-71. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01216.2009>
14. Roussel N, Nijs J, Truijten 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;18(7):1066-73. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-1020-y>
15. Kweon M, Hong S, Jang GU, Ko YM, Park JW. The neural control of spinal stability muscles during different respiratory patterns. *J Phys Ther Sci* 2013;25(11):1421-4. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1421>
16. Kim E, Lee H. The effects of deep abdominal muscle strengthening exercises on respiratory function and lumbar stability. *J Phys Ther Sci* 2013;25(6):663-5. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.663>
17. Park JW, Kweon M, Hong S. The influences of position and forced respiratory maneuvers on spinal stability muscles. *J Phys Ther Sci* 2015;27(2):491-3. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.491>
18. Vostatek P, Novák D, Rychnovský T, Rychnovská S. Diaphragm postural function analysis using magnetic resonance imaging. *PLoS One*. 2013;8(3):e56724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056724>

19. Cavaggioni L, Ongaro L, Alberti G. Diaphragm, core stability & low back pain: a rehabilitative-preventive perspective. *MOJ Orthop Rheumatol* 2017;7(5):00285. <https://doi.org/10.15406/mojor.2017.07.00285>
20. 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* 2014;47(1):12-9. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000385>