

Paula Renata Soares Procópio

**ASSOCIAÇÃO ENTRE DÉFICIT DE COORDENAÇÃO TÓRAX-PELVE  
E LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA NAS ATIVIDADES DE  
MARCHA E CORRIDA: REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2016

Paula Renata Soares Procópio

**ASSOCIAÇÃO ENTRE DÉFICIT DE COORDENAÇÃO TÓRAX-PELVE  
E LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA NAS ATIVIDADES DE  
MARCHA E CORRIDA: REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Fisioterapia.

Orientadora: Vanessa Lara de Araújo

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2016

## RESUMO

Essa revisão de literatura teve como objetivo fazer um levantamento na literatura sobre a associação entre déficit de coordenação tórax-pelve em atividades como marcha e corrida e a lombalgia crônica inespecífica. Para isso, foram selecionados nove artigos que atendiam aos critérios de inclusão. A partir dos resultados dessa revisão, foi possível observar que indivíduos com queixa de lombalgia crônica inespecífica apresentaram alterações relacionadas à coordenação de movimento do segmento tórax-pelve, sendo que as variáveis relacionadas à variabilidade tórax-pelve e à transição da coordenação do movimento em fase para o movimento fora de fase foram as que mais apresentaram alterações. É provável que a abordagem fisioterápica na redução do impacto de fatores que influenciam a coordenação de tronco leve à melhora da lombalgia crônica inespecífica.

**Palavras-chave:** Coordenação tronco e pelve. Dor lombar. Marcha. Corrida.

## **ABSTRACT**

This literature review aimed to assemble data regarding the association between deficit of thorax-pelvis coordination in walking and running and chronic nonspecific low back pain. Nine papers that met the inclusion criteria were included in this study. Individuals who have chronic nonspecific low back pain presented alterations related to the thorax-pelvis coordination, and the variables related to the thorax-pelvis variability and the transition from in-phase to out-of-phase movement were the ones that presented the greater changes. It is likely that the physiotherapeutic approaches that aim to reduce the impact of factors influencing the coordination of trunk can be beneficial to treat chronic nonspecific low back pain.

**Key words:** Thorax-pelvis coordination. Low back pain. Walking. Running.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. METODOLOGIA .....	8
3. RESULTADOS .....	9
4. DISCUSSÃO.....	<del>16</del> 16
5. CONCLUSÃO .....	<del>21</del> 21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	<del>22</del> 22

## 1. INTRODUÇÃO

A marcha e a corrida são atividades importantes para a funcionalidade do ser humano, e é bem aceito que a execução dos movimentos de tórax-pelve e de membros inferiores de forma sinérgica melhora o desempenho nessas atividades (BRUIJN *et al.*, 2008; HUANG *et al.*, 2010; LIANG *et al.*, 2014; STOKES; ANDERSSON; FORSSBERG, 1989). Em situações patológicas, como no caso da lombalgia crônica inespecífica, as atividades de marcha e corrida podem ser afetadas negativamente. Vários estudos que avaliaram essas atividades em populações com lombalgia crônica inespecífica demonstraram que nesses indivíduos há redução na velocidade de marcha e no comprimento da passada, além de menor tempo de balanço (KEEFE FJ, 1985; KHODADADEH S, EISENSTEIN SM, SUMMERS B, 1988; SPENKELINK C, HUTTEN M, HERMENS H, 2002). Geralmente a redução dos valores nessas variáveis de marcha está associada à presença de dor e/ou cinesiofobia (VLAEYEN J, 2000; WATSON P, BOOKER C, 1997), como uma forma de estabilizar melhor o segmento, evitando, assim, maior gravidade algica. Entretanto, a existência de alterações de movimento e coordenação dos segmentos de tórax-pelve nessas mesmas atividades pode também influenciar tanto a ocorrência de dor quanto a diminuição das variáveis de velocidade, comprimento da passada e tempo de balanço durante a marcha e corrida.

Alguns estudos que avaliaram as consequências da lombalgia crônica inespecífica nos movimentos de tórax-pelve demonstraram limitação nas amplitudes de movimento (ADM) de flexão (LARIVIÈRE; GAGNON; LOISEL, 2000; VAN WINGERDEN; VLEEMING; RONCHETTI, 2008), extensão (LARIVIÈRE; GAGNON; LOISEL, 2000) e rotação (MÜLLER; ERTELT; BLICKHAN, 2015) da coluna lombar durante a marcha. Porém, o estudo da ADM não é suficiente para entender por completo as disfunções de movimento em indivíduos com lombalgia crônica inespecífica, visto que existem estudos que não encontraram limitação da ADM nesses pacientes (ESOLA M, MCCLURE P, FITZGERALD K, 1996; LAMOTH *et al.*, 2002; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006; VAN DEN HOORN W, BRUIJN S, 2012). A coordenação entre tórax e pelve pode ser mais informativa sobre as disfunções desse segmento durante tais atividades, já que pode representar melhor a condição musculoesquelética do tronco, proporcionando uma

forma mais segura de diferenciar indivíduos com e sem lombalgia crônica inespecífica, ao contrário de outras variáveis comuns no estudo da lombalgia crônica inespecífica, como, por exemplo, a ativação muscular de eretores da espinha durante atividades funcionais (LAMOTH C, DAFFERTSHOFER A, MEIJER O, 2006; SANTOS FG, CARMO CM, FRACINI AC, PEREIRA RR, TAKARA KS, 2013). Portanto, a análise de variáveis relacionadas à coordenação tórax-pelve associada à análise das variáveis de ADM e ativação muscular podem trazer informações mais ricas e relevantes, auxiliando no entendimento da disfunção do movimento do tronco e da pelve e na melhora do tratamento fisioterapêutico.

Alterações de movimento e de coordenação tórax-pelve podem estar ligadas à menor estabilidade lombopélvica, o que pode afetar a capacidade do sistema em lidar com as perturbações internas e externas que aparecem durante as atividades do dia a dia (CROSBIE; VACHALATHITI; SMITH, 1997). Por exemplo, indivíduos com lombalgia crônica podem apresentar menor estabilidade lombopélvica e, como consequência, podem reduzir a velocidade de marcha e alterar a coordenação tórax-pelve a fim de tornar esse segmento mais estável e com maior capacidade de lidar com forças que perturbem o sistema. Portanto, a incapacidade de suportar tais perturbações pode contribuir para a manutenção da queixa e reduzir a funcionalidade do indivíduo.

Entender as alterações de movimento mais comuns que ocorrem durante a marcha e corrida na população que sofre com lombalgia crônica inespecífica é importante para guiar o fisioterapeuta durante a avaliação clínica e a ajudar a desenvolver estratégias práticas no tratamento do paciente com esse tipo de queixa. Além disso, não há estudos de revisão que abordem as consequências do déficit de coordenação tórax-pelve na lombalgia crônica inespecífica. Portanto, o objetivo desse estudo foi fazer um levantamento na literatura sobre a associação entre déficit de coordenação tórax-pelve em atividades como marcha e corrida na população com queixa de lombalgia crônica inespecífica.

## 2. METODOLOGIA

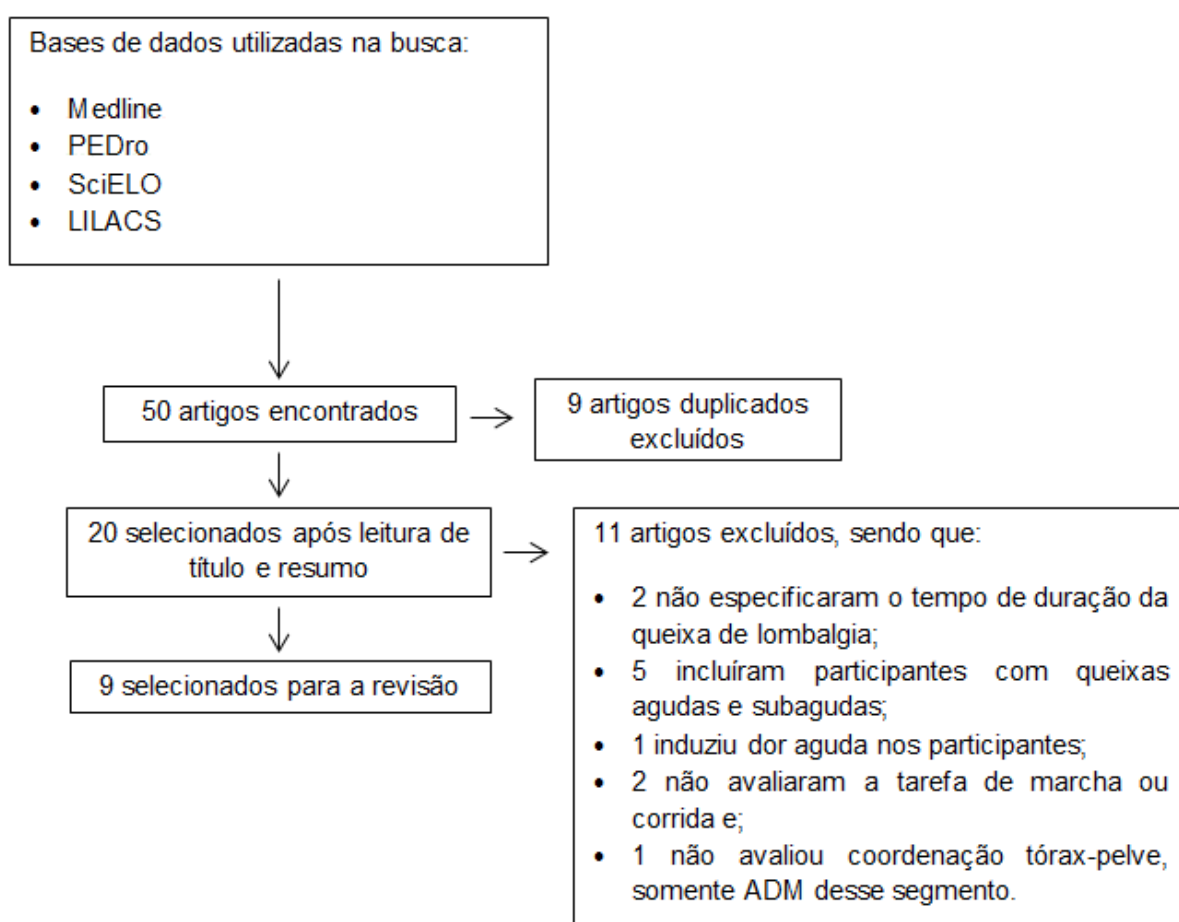
Este trabalho é uma revisão narrativa da literatura. A busca das publicações foi feita acessando-se as bases de dados PEDro, Medline, SciELO e LILACS, nos idiomas português, inglês e espanhol e sem restrição para o ano de publicação. Foram utilizadas as seguintes combinações de palavras-chave: (1) *coordenação tronco e pelve E lombalgia OU dor lombar*; (2) *ritmo lombopélvico E lombalgia OU dor lombar*; (3) *trunk and pelvic coordination AND low back pain*; (4) *lumbopelvic rhythm AND low back pain*; (5) *coordinación tronco y pelvis Y lombalgia* e (6) *ritmo lumbopelvico Y lombalgia*.

Os critérios de inclusão foram estudos experimentais ou observacionais que investigaram a associação entre a disfunção de coordenação de tronco e pelve e a lombalgia crônica. Não houve restrição para faixa etária nem sexo, porém a origem da lombalgia crônica deveria ser não traumática ou inespecífica e os artigos selecionados deveriam incluir as atividades de marcha e/ou corrida.

A seleção dos artigos foi feita inicialmente pela análise dos títulos e resumos e, posteriormente, pela leitura da metodologia e trabalho integral. As listas de referências dos artigos selecionados foram avaliadas para obtenção de estudos adicionais. Todo o processo de busca e seleção dos artigos foi feito por apenas um avaliador.

### 3. RESULTADOS

A partir da primeira busca utilizando as palavras-chave foram identificados 50 artigos que poderiam compor o estudo. Após análise de título, resumo, trabalho integral e retirados aqueles duplicados, foram selecionados nove artigos que atendiam aos critérios de inclusão. A Figura 1 mostra o processo de seleção dos artigos. As tabelas 1 e 2 mostram, respectivamente, as características e os



resultados de cada estudo.

**FIGURA 1** – Fluxograma da seleção dos artigos

TABELA 1 – Características dos estudos

<b>Estudo</b>	<b>Amostra total e grupos</b>	<b>Características da amostra</b>	<b>Procedimentos</b>
Lamoth <i>et al.</i> , 2002	58 participantes – grupos controle (n=19) e lombalgia crônica (n=39).	Controle = 10 H e 9 M; idade: 41 (22-65) anos; Lombalgia crônica = 12 H e 27 M; idade: 38 (22-57) anos.	Marcha em esteira em 6 velocidades (de 1,4 km/h a 5,4 km/h com incrementos de 0,8 km/h), sendo 30 segundos em cada velocidade.
Lamoth <i>et al.</i> , 2006	24 participantes – grupos controle (n=12) e lombalgia crônica (n=12).	Controle = 7 H e 5 M; idade: 30±8,1 anos; massa: 73,3±16,6 kg; altura: 1,80±0,12 m. Lombalgia crônica = 5 H e 7 M; idade: 36,8±10,9 anos; massa: 72,4±14,5 kg; altura: 1,74±0,11 m.	Marcha em esteira em 6 velocidades (6,2, 1,4, 3,8, 5,4, 2,2 e 4,6 km/h), sendo 30 segundos em cada velocidade.
Lamoth <i>et al.</i> , 2006	39 participantes – grupos controle (n=17) e lombalgia crônica (n=22).	Controle = 9 H e 8 M; idade: 31 (20-46) anos; massa: 72,5 (52-105) kg; altura: 1,80 (1,58-1,98) m. Lombalgia crônica = 9 H e 13 M; idade: 38 (21-52) anos; massa: 74,4 (49-97) kg; altura: 1,73 (1,54-1,88) m.	Marcha em esteira em 8 velocidades (auto selecionada e nas velocidades de 1,4 km/h a 7 km/h com incrementos de 0,8 km/h).
Seay <i>et al.</i> , 2014	42 participantes – grupos controle (n=14), lombalgia crônica (n=14), lombalgia resolvida (n=14).	Controle = idade: 29,9±8,5 anos; massa: 63,9±10,1 kg; altura: 1,69±0,10 m Lombalgia crônica = idade: 35,7±10,9 anos; massa: 73,9±13,4 kg; altura: 1,71±0,11 m Lombalgia resolvida = idade: 32,6±9,4 anos; massa: 71,4±9,7 kg; altura: 1,71±0,10 m	Corrida em esteira em 4 velocidades (de 2,3 m/s a 3,8 m/s com incrementos de 0,5 m/s), sendo 30 segundos em cada velocidade.
Seay <i>et al.</i> , 2011	42 participantes – grupos controle (n=14), lombalgia crônica (n=14), lombalgia resolvida (n=14).	Controle = idade: 29,9±8,5 anos; massa: 63,9±10,1 kg; altura: 1,69±0,10 m Lombalgia crônica = idade: 35,7±10,9 anos; massa: 73,9±13,4 kg; altura: 1,71±0,12 m Lombalgia resolvida = idade: 32,56±9,4 anos; massa: 71,43±9,75 kg; altura: 1,72±0,10 m	Marcha e corrida em esteira em 7 velocidades (0,8 m/s a 3,8 m/s, com incrementos de 0,5 m/s), sendo 30 segundos em cada velocidade.
Seay <i>et al.</i> , 2011	42 participantes – grupos controle (n=14), lombalgia resolvida (n=14) e lombalgia crônica (n=14).	Controle = 6 H e 8 M; idade: 29,9±8,5 anos; massa: 63,9±10,1 kg; altura: 1,69±0,10 m Lombalgia crônica = idade: 8 H e 6 M; 35,7±10,9 anos; massa: 73,9±13,4 kg; altura: 1,71±0,12 m Lombalgia resolvida = 9 H e 5 M; idade: 32,56±9,4 anos; massa: 71,43±9,75 kg; altura: 1,72±0,10 m	Marcha e corrida em esteira em 7 velocidades (0,8 m/s a 3,8 m/s, com incrementos de 0,5 m/s), sendo 30 segundos em cada velocidade.
Selles <i>et al.</i> , 2001	12 participantes – grupos controle (n=6) e lombalgia crônica (n=6).	Controle = 4 H e 2 M; idade: 31 (22-50) anos; Lombalgia crônica = 2 H e 4 M; idade: 30 (16-45) anos.	Marcha em esteira em 7 velocidades (0,17 a 1,5 m/s com incrementos de 0,22 m/s) , sendo 30 segundos em cada velocidade.
Van den Hoorn <i>et al.</i> , 2012	25 participantes - grupos controle (n=12) e lombalgia crônica (n=13).	Controle = 4 H e 8 M; idade: 32,2±13,1 anos; massa: 75,3±11,2 kg; altura: 1,72±0,10 m Lombalgia crônica = 5 H e 8 M; idade: 35,3±12,4 anos; massa: 72,3±13,4 kg; altura: 1,75±0,13 m	Marcha em esteira em 12 velocidades (0,5 a 1,72 m/s com incrementos de 0,11 m/s), sendo 3 minutos em cada velocidade.

Vogt <i>et al.</i> , 2001	56 participantes – grupos controle (n=22) e lombalgia crônica (n=34).	<p>Controle = 16 H e 6 M; idade: H: 34,8±5,2 anos M: 29,4±1,3 anos; massa: H:77,6±6,5 kg M: 71,5±4,9 kg; altura: H: 1,78±0,047 m M: 1,70±0,099 m;</p> <p>Lombalgia crônica = 21 H e 13 M; idade: H: 36,3±1,7 anos M: 32,1±3,4 anos; massa: H:77,8±16,3 kg M: 76,9±12,5 kg; altura: H: 1,73±0,091 m M: 1,75±0,056 m</p>	Marcha em esteira na velocidade de 4,5 km/h por 3 minutos.
---------------------------	---	--	--

Legenda: H = homens; M = mulheres

TABELA 2 – Desfechos dos estudos

Estudo	Variável Desfecho	Resultado
Lamoth <i>et al.</i> , 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IH da pelve (PT)</li> <li>- IH do tórax (PT)</li> <li>- FR entre os mov. de pelve e tórax (PT)</li> <li>- FA entre tórax e pelve (PT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O IH da pelve reduziu com o aumento da vel. da marcha em todos os participantes;</li> <li>- O IH da pelve foi menor no GLC na vel. de 5,4 km/h;</li> <li>- Nas vel. baixas, ambos os grupos apresentaram o mov. do tórax e pelve em fase. No GC, o mov. do tórax e pelve ficou fora de fase na vel. de 5,4 km/h, diferentemente do GLC, cujo mov. tórax-pelve permaneceu em fase nessa vel.;</li> <li>- A média da FR aumentou com o aumento da vel. e foi maior no GC;</li> <li>- O acoplamento entre tórax-pelve reduziu com o aumento da vel. em ambos os grupos;</li> <li>- O acoplamento entre tórax e pelve foi mais forte no GLC nas vel. baixas.</li> </ul>
Lamoth <i>et al.</i> , 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FR entre os mov. de tórax-pelve e lombar-pelve (PF e PT)</li> <li>- Variab. do mov. de tórax-pelve e lombar-pelve (PF e PT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A influência da vel. nas FR de tórax-pelve e lombar-pelve foi menos pronunciada no GLC;</li> <li>- Nas 3 maiores vel., a tendência ao mov. fora de fase no PT do segmento tórax-pelve foi menor no GLC, enquanto que no segmento lombar-pelve o mov. permaneceu relativamente em fase em todas as vel.;</li> <li>- A variab. do mov. de rotação dos segmentos tórax-pelve e lombar-pelve foi menor no GLC do que no GC no PT;</li> <li>- Os mov.s dos segmentos tórax-pelve e lombar-pelve no PF não foram afetados pela vel. nos 2 grupos;</li> <li>- Em menores vel., a variab. de mov. foi maior no PF, enquanto que nas vel. mais altas, a variab. foi menor;</li> <li>- O aumento da variab. de mov. no PT e a diminuição no PF foram menos pronunciados no GLC.</li> <li>- A variab. de rotação no PF foi mais alta no GLC do que no GC nas vel. 1,4, 2,2 e 4,6 km/h.</li> </ul>
Lamoth <i>et al.</i> , 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FR entre os mov. de tórax e pelve e entre lombar e pelve (PF e PT)</li> <li>- FA entre tórax e pelve e entre lombar e pelve (PF e PT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O mov. fora de fase entre tórax e pelve no PT em vel. altas foi menor no GLC;</li> <li>- Na vel. auto selecionada, a variab. dos mov. de rotação no PT de tórax e lombar foi menor no GLC;</li> <li>- Nas vel. prescritas, a variab. dos mov. de rotação no PT do segmento lombar foi menor no GLC;</li> <li>- Houve grande variab. dos mov. de rotação do segmento torácico no PF nas vel. acima de 3,8 km/h;</li> <li>- A variab. da FR de tórax-pelve no PF foi maior no GLC;</li> <li>- No PT, a FR de tórax-pelve e lombar-pelve foram menores no GLC;</li> <li>- A variab. da FR do segmento lombar-pelve foi menor no GLC. A variab. das FR de tórax-pelve e lombar-pelve no PF foi maior no GLC;</li> <li>- A FA entre as rotações de tórax e pelve no PF foi mais fraca no GLC. A FA do segmento lombar-pelve foi maior no GLC.</li> </ul>
Seay <i>et al.</i> , 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FR e variab. da FR do acoplamento sagital-axial do tórax</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A FR de flexão-rotação de tronco foi menor no GLC;</li> <li>- A coordenação flexão-rotação de tronco apresentou mais em fase no GLC em comparação com GC, independente da vel.;</li> <li>- Não foram encontradas diferenças na FR e na variab. dos mov.s de tronco para as diferentes vel..</li> </ul>
Seay <i>et al.</i> , 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FR e variab. das FR do acoplamento tórax-pelve (PF, PS e PT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foram encontradas diferenças para FR entre os grupos nas diferentes vel., tanto para marcha quanto para corrida;</li> <li>- Houve aumento da FR em todos os 3 planos de mov. com o aumento da vel. durante a marcha;</li> <li>- A coordenação mostrou-se mais em fase no GLC comparada aos GC e GLR. O GLC apresentou coordenação mais em fase do que o GLR;</li> <li>- Houve diminuição da FR no PS e aumento no PF com o aumento da vel. da corrida;</li> <li>- No PT, a FR foi menor em vel. próximas à auto selecionada e aumentou nas vel. menores e maiores à auto selecionada;</li> <li>- Durante a corrida, a coordenação foi menor no PT no GLC quando comparada aos outros 2 grupos;</li> <li>- A variab. da FR de tórax-pelve no PT durante a corrida foi menor no GLC quando comparado ao GC.</li> </ul>

Seay <i>et al.</i> , 2011	- FR entre os mov. de tórax e pelve (PF, PS e PT)	- Durante a marcha, o GLC apresentou maior tempo em coordenação em fase na flexão lateral que o GC; - Durante a corrida, o GLC apresentou maior tempo em coordenação em fase no PT do que o GC; - O GLR também apresentou maior coordenação em fase do que o GC durante a corrida; - Os GLC e GLR apresentaram menor tempo na coordenação fora de fase que o GC no PS.
Selles <i>et al.</i> , 2001	FR entre os mov. de tórax e pelve (PT)	- No GC, a FR tórax-pelve passou de um padrão em fase para um padrão fora de fase com o aumento da vel.; - Nos pacientes 3 a 6, a coordenação apresentou mais em fase entre as rotações de tórax e pelve nas vel. mais altas; - Os participantes do GC apresentaram maior estabilidade das FR de tórax-pelve em vel. baixas e altas quando comparado com as FR de vel. intermediárias, indicando transição de um padrão de coordenação para outro; - A estabilidade de tórax-pelve dos pacientes 1 e 2 coincidiu com os valores dos sujeitos do GC; - Nos pacientes 3 a 6, a estabilidade de tórax-pelve aumentou, indicando maiores padrões rígidos de coordenação; - 4 dos 6 pacientes não foram capazes de estabelecer coordenação fora de fase entre tórax e pelve em vel. maiores.
Van den Hoorn <i>et al.</i> , 2012	- Variab. dos mov. de pelve-tórax, pelve e tórax (PT)	- As correlações entre as rotações de tórax e pelve foram maiores no GLC e reduziram com o aumento da vel. nos 2 grupos; - A variab. tórax-pelve durante a marcha foi menor no GLC, enquanto que as variab. de tórax e de pelve foram similares entre grupos.
Vogt <i>et al.</i> , 2001	- Deslocamentos angulares de tórax e pelve (PF, PS e PT)	- Valores de correlação demonstraram curvas de oscilação similares entre os grupos em todos os planos anatômicos; - Não houve diferença entre sexos para valores de pico de mov. em todos os planos anatômicos; - O GLC apresentou maior variab. de mov. da coluna lombar alta nos PF, PS e PT quando comparado ao GC; - O GLC apresentou coeficientes de variação maiores comparados aos do GC para os 3 planos de mov. da pelve.

Legenda: H = homens; M = mulheres; IH = índice de harmonicidade; PT = plano transversal; PF = plano frontal; PS = plano sagital; GC = grupo controle; GLC = grupo lombalgia crônica; GLR = grupo lombalgia resolvida; FR = fase relativa; FA = força de acoplamento; variab. = variabilidade; mov. = movimento; vel. = velocidade.

### 3.1. Movimento em fase ou fora de fase

Dos nove artigos que avaliaram coordenação tórax-pelve com relação ao movimento em fase ou fora de fase desse segmento, sete identificaram na marcha que o grupo lombalgia crônica teve maior tendência ao movimento em fase com o aumento da velocidade. Cinco artigos (LAMOTH *et al.*, 2002; LAMOTH C, DAFFERTSHOFER A, MEIJER O, 2006; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006; SELLES *et al.*, 2001; VAN DEN HOORN W, BRUIJN S, 2012) analisaram o plano transversal e dois artigos (SEAY, JOSEPH F.; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011a; SEAY, JOSEPH F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011b) o plano frontal.

Com relação à corrida, Seay *et al.* (2013) identificaram coordenação mais em fase no grupo lombalgia crônica nos planos sagital e transversal, independente da velocidade de corrida. Os outros dois trabalhos que investigaram a coordenação de tórax-pelve durante a corrida, um no plano sagital (SEAY, JOSEPH F.; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011a) e o outro nos planos sagital e transversal (SEAY, JOSEPH F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011b) também identificaram coordenação tórax-pelve mais em fase no grupo lombalgia crônica quando comparada aos grupos controle e lombalgia crônica resolvida.

### 3.2. Força de acoplamento

A força de acoplamento foi usada em dois artigos (LAMOTH *et al.*, 2002; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006) para mostrar o grau de interdependência dos movimentos entre dois segmentos adjacentes. No primeiro estudo (LAMOTH *et al.*, 2002), o acoplamento entre tórax-pelve reduziu com o aumento da velocidade nos grupos lombalgia crônica e controle. No segundo estudo (LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006), houve também redução do acoplamento com o aumento da velocidade, porém apenas até a velocidade 3,8 km/h, já que a partir dessa velocidade a força de acoplamento se manteve constante. O acoplamento entre tórax e pelve foi mais forte nos participantes com lombalgia crônica nas velocidades mais baixas nos dois estudos nos planos transversal e frontal.

### 3.3. Índice de harmonicidade (IH)

Apenas um artigo (LAMOTH *et al.*, 2002) utilizou o índice de harmonicidade (IH) para caracterizar a coordenação de tórax-pelve e foi identificado que o IH de tórax consistiu de uma única oscilação harmônica em ambos os grupos, enquanto que o IH da pelve reduziu com o aumento da velocidade da marcha em todos participantes. Além disso, o IH da pelve foi menor no grupo lombalgia crônica na velocidade de 5,4 km/h.

### 3.4. Variabilidade da coordenação tórax-pelve

Dos seis artigos que avaliaram a variabilidade da coordenação tórax-pelve, quatro encontraram variabilidade reduzida desse segmento no plano transversal, sendo três durante a marcha (LAMOTH C, DAFFERTSHOFER A, MEIJER O, 2006; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006; VAN DEN HOORN W, BRUIJN S, 2012) e um durante a corrida (SEAY, JOSEPH F.; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011a). Três artigos (SEAY, J F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2013; SEAY, JOSEPH F.; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011a; VOGT *et al.*, 2001) não encontraram resultados significativos para a marcha. Contrapondo ao plano transversal, houve aumento da variabilidade de coordenação tórax-pelve (LAMOTH C, DAFFERTSHOFER A, MEIJER O, 2006) e de tórax (LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006; VOGT *et al.*, 2001) no plano frontal.

#### 4. DISCUSSÃO

Nessa revisão da literatura, a associação entre o déficit de coordenação tórax-pelve na população com queixa de lombalgia crônica inespecífica foi investigada por meio de um levantamento nos artigos que avaliaram o movimento do tronco e pelve durante atividades como marcha e corrida nos participantes tanto com queixa quanto sem queixa de lombalgia crônica inespecífica.

A capacidade de ajuste da coordenação em fase para fora de fase parece ser um pré-requisito para a coordenação adequada dos movimentos de tronco (LAMOTH *et al.*, 2002). A transição da coordenação em fase para a coordenação fora de fase ocorre comumente na marcha e corrida em maiores velocidades. Em todos os nove estudos que avaliaram essa transição, o grupo lombalgia crônica apresentou maior tendência ao movimento em fase com o aumento da velocidade de marcha, ou seja, houve dificuldade nesse ajuste em direção à coordenação fora de fase típica em velocidades mais altas de marcha e corrida. A incapacidade de mudança de fase nos participantes do grupo lombalgia crônica pode ser explicada pela maior força de acoplamento existente nesses indivíduos que, por conseguinte, pode estar relacionada ao aumento da ativação das musculaturas superficiais de tronco (LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006), que pode induzir à menor variabilidade de coordenação dos segmentos. Outra explicação está relacionada à alteração na propriocepção (LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006), ou seja, a captação inadequada de informações cinéticas, espaciais e temporais pode prejudicar a precisão dos movimentos de rotação de tórax e pelve durante a marcha. Além disso, a cinesiofobia, medo excessivo do movimento ou de uma atividade, pode ser uma causa, já que para evitar o aparecimento da dor ou recidiva de lesão, os indivíduos tendem a reduzir a quantidade de movimento em determinada região, podendo gerar distúrbios de movimento e coordenação (SEAY, J F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2013; SEAY, JOSEPH F.; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011a; SEAY, JOSEPH F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011b; SELLES *et al.*, 2001). Apesar dos achados referentes ao movimento em fase e fora de fase ser consistente, não há uma causa bem estabelecida que explique o motivo pelo qual pacientes com

lombalgia crônica inespecífica tenham essa dificuldade de transição de coordenação.

Relacionada também à coordenação de tronco, a força de acoplamento, utilizada para mostrar o grau de interdependência de movimento entre dois segmentos adjacentes, reduziu no segmento tórax-pelve à medida que a velocidade de marcha aumentava, porém foi significativamente maior nos participantes do grupo lombalgia crônica. Na marcha típica, é esperado que a força de acoplamento tórax-pelve seja maior em velocidades mais baixas, porém, com o aumento da velocidade esse acoplamento tende a reduzir a fim de permitir a transição da coordenação em fase para a coordenação fora de fase. Entretanto, no grupo lombalgia crônica, é provável que a dificuldade de desprendimento da força de acoplamento tórax-pelve seja um dos fatores responsáveis pela disfunção na coordenação desse segmento, prejudicando a passagem da coordenação em fase para a fora de fase. Tal dificuldade na redução da força de acoplamento foi atribuída em ambos os artigos que a estudaram ao aumento da rigidez das rotações de tórax-pelve. Essa rigidez pode ser explicada pela ativação de musculaturas superficiais do tronco, como os eretores lombares da espinha, que, quando contraídos, podem aumentar a tensão dos ligamentos lombopélvicos, tornando esse segmento mais estável em detrimento da coordenação fora de fase. Além disso, em Lamoth *et al.* (2006) foi encontrada maior variabilidade dos movimentos rotatórios no plano frontal quando comparada ao plano transversal, ou seja, a maior movimentação no plano frontal pode ter servido de estratégia compensatória para a maior rigidez de tórax-pelve encontrada no plano transversal. Embora os dois artigos que estudaram a força de acoplamento tenham encontrado resultados semelhantes, uma conclusão sobre a associação entre essa variável e a lombalgia crônica inespecífica não pode ser dada, já que não há dados suficientes na literatura. Portanto, novos estudos devem ser feitos para que se possa encontrar uma explicação consistente.

O IH, também relacionado à coordenação de movimento dos segmentos de tronco, é uma medida da harmonia das oscilações de movimento durante a execução de uma atividade e, apenas o estudo de Lamoth *et al.* (2002) avaliou o efeito da velocidade da marcha nesse índice. Valores iguais a 1 indicam que as rotações de pelve e de tórax foram perfeitamente harmônicas. Como mencionado no artigo, em pessoas saudáveis a oscilação do tórax consistiria de uma única

oscilação harmônica para todas as velocidades de marcha – o que foi encontrado para os dois grupos –, enquanto que para a pelve, as oscilações deveriam aumentar com o aumento da velocidade. Entretanto, o resultado encontrado foi que com o aumento da velocidade, os valores do IH para a pelve diminuíram em todos os participantes, indicando coordenação tórax-pelve inversa ao que seria esperado para indivíduos sem queixa de lombalgia crônica inespecífica. Embora o artigo afirme que em pacientes com lombalgia crônica inespecífica exista um distúrbio na coordenação entre as rotações de tórax e pelve e não nas ADM das rotações, houve carência de explicações sobre o resultado encontrado. Além disso, como o IH não foi explorado por outros artigos, um consenso sobre essa variável na coordenação de movimento foi impossibilitado.

A variabilidade tórax-pelve entre passos, uma das variáveis relacionadas à coordenação do movimento dos segmentos do tronco e que, segundo estudos (LAMOTH *et al.*, 2002; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006), melhor representa a condição musculoesquelética do tronco, apresentou redução no grupo lombalgia crônica durante a marcha em três artigos e durante a corrida em um artigo. Tal redução pode estar relacionada à cinesiofobia (SEAY, J F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2013; SEAY, JOSEPH F.; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011a; VOGT *et al.*, 2001) que levaria ao aumento da rigidez de tronco pela ativação das musculaturas superficiais de tronco (LAMOTH C, DAFFERTSHOFER A, MEIJER O, 2006; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006; VAN DEN HOORN W, BRUIJN S, 2012). Essa seria uma tentativa de estabilizar a coluna, minimizando os movimentos e perturbações indesejados com os quais os segmentos de tórax e pelve não conseguiriam lidar adequadamente. Além disso, é sugerido que a propriocepção alterada poderia prejudicar o controle motor de tronco durante a marcha e a corrida (LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006). Os artigos que não encontraram resultados significativos quanto à variabilidade atribuíram a falta de achados à marcha em esteira e com velocidade constante (VOGT *et al.*, 2001), o que pode não ter dado demanda suficiente quanto poderia ter existido em situações funcionais e à análise ter sido feita considerando somente um segmento (tórax) durante a corrida (SEAY, J F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2013). O artigo de Seay *et al.* (2011a) não abordou explicação para isso. Os resultados encontrados para variabilidade tórax-pelve são bem controversos e, possivelmente, a alteração ou

não dessa variável pode estar ligada às características da tarefa, ou seja, a demanda de cada atividade pode exigir maior ou menor variabilidade do segmento tórax-pelve. Portanto, novos estudos são necessários para investigar a influência da lombalgia crônica inespecífica na variabilidade tórax-pelve atentando-se ao fator tarefa-dependente.

Estudos que abordam a lombalgia crônica inespecífica comumente avaliam a ADM dos segmentos do tronco a fim de identificar associação entre a queixa e alterações nessa variável. Nessa revisão, não foram encontradas diferenças entre grupos para as ADM de rotação de tórax, pelve e tórax-pelve no plano transversal, além de inclinação de tronco no plano sagital (MÜLLER; ERTELT; BLICKHAN, 2015) em cinco dos seis estudos que avaliaram tal variável (LAMOTH *et al.*, 2002; LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, 2006; SEAY, JOSEPH F; VAN EMMERIK; HAMILL, 2011b; VAN DEN HOORN W, BRUIJN S, 2012; VOGT *et al.*, 2001). Somente no estudo de Müller *et al.* (2015) foi observada diferença entre grupos para a ADM de rotação de pelve, sendo que esta foi menor para o grupo lombalgia crônica. Embora os estudos não tenham explicado a razão para tais resultados, pode-se pensar que a existência da queixa de lombalgia crônica inespecífica não seja suficiente ou não seja o único fator para provocar alterações de ADM dos segmentos da coluna. A amostra utilizada nos estudos, apesar de relatar cronicidade da dor, pode não ter sofrido alterações suficientes específicas de dor e neuromusculoesqueléticas capazes de interferir na ADM, o que poderia ocorrer caso o tempo de queixa fosse mais prolongado. Além disso, pode-se pensar que, nos casos de lombalgia crônica inespecífica, a ADM não seja a variável mais afetada, sendo necessária maior investigação desta e de outras variáveis para saber a real interferência dessa disfunção no padrão de movimento dos segmentos da coluna.

No estudo de Müller *et al.* (2015), porém, foi encontrada diferença entre grupos para a ADM de rotação de pelve. O artigo traz em sua discussão possíveis explicações para tal achado como o protocolo utilizado na pesquisa, o uso de pistas regular e irregular ao invés da esteira e a posição dos marcadores de movimento. Nesse estudo, as ADM de pelve foram menores nos participantes do grupo lombalgia crônica em todas as condições de pista e velocidade, enquanto que a inclinação de tronco no plano sagital foi menor na corrida regular e maior na marcha irregular. Isso pode ter ocorrido já que, em condições de maior demanda (pista

irregular, por exemplo), a redução na ADM de pelve seria uma forma para diminuir a sobrecarga e minimizar movimentações não desejadas nesse segmento. Em compensação, haveria aumento da movimentação de tronco no plano sagital, o que poderia levar à diminuição dos movimentos axiais de tronco e pelve.

Com relação à influência da velocidade nas ADM dos segmentos, os resultados contraditórios e os poucos estudos que a avaliaram dificultam a formulação de explicação cabível para os achados. Dessa forma, torna-se necessária maior investigação para encontrar resultados e explicações sólidos.

Em geral, os resultados dessa revisão foram influenciados por algumas limitações dos estudos que a compõe. Primeiramente, só pode haver generalizações para indivíduos com queixa de lombalgia crônica inespecífica, ou seja, os resultados aqui encontrados não podem ser estendidos para outros tipos de lombalgias. Da mesma forma, os resultados servem para populações com as características das amostras abordadas nos estudos selecionados. A interpretação de alguns dados, como o índice de harmonicidade e a força de acoplamento, foram prejudicados pelo baixo número de estudos que os utilizaram e a falta de resultados significativos pode ser associada à maioria dos estudos terem utilizado esteira com aumento linear de velocidades pré-estabelecidas, o que reduz a proximidade com situações funcionais, além de reduzir também a quantidade e o tipo de demanda que os indivíduos com lombalgia crônica precisam lidar no dia a dia. É sugerido que estudos futuros apliquem protocolos em situações mais próximas da funcionalidade e com quantidade mais ampla de velocidade e condições de pista.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados dessa revisão demonstraram que indivíduos com queixa de lombalgia crônica inespecífica apresentaram maiores alterações relacionadas à coordenação de movimento do segmento tórax-pelve e que não há relação aparente entre a presença de lombalgia crônica com a ADM dos segmentos da coluna. A variabilidade tórax-pelve e a transição da coordenação do movimento em fase para o movimento fora de fase foram as variáveis que mais apresentaram alterações e, dessa forma, as variáveis relacionadas à coordenação entre tronco e pelve devem ser investigadas durante a avaliação de pacientes com queixa de lombalgia crônica inespecífica. É provável que a abordagem fisioterápica na redução do impacto de fatores que influenciam a coordenação de tronco leve à melhora da lombalgia crônica inespecífica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUIJN, S. M. *et al.* Coordination of leg swing, thorax rotations, and pelvis rotations during gait: The organisation of total body angular momentum. **Gait and Posture**, v. 27, n. 3, p. 455–462, 2008.
- CROSBIE, J.; VACHALATHITI, R.; SMITH, R. Age, gender and speed effects on spinal kinematics during walking. **Gait and Posture**, v. 5, n. 1, p. 13–20, 1997.
- ESOLA M, MCCLURE P, FITZGERALD K, S. S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. **Spine**. v. 21, n. 1, p. 71-78 , 1996
- HUANG, Y. *et al.* The effects of stride length and stride frequency on trunk coordination in human walking. **Gait and Posture**, v. 31, n. 4, p. 444–449, 2010.
- KEEFE FJ, H. R. An objective approach to quantifying pain behavior and gait patterns in low back pain patients. **Pain**, v. 21, n. 2, p. 153–161, 1985.
- KHODADADEH S, EISENSTEIN SM, SUMMERS B, P. J. Gait asymmetry in patients with chronic low back pain. **Neuroorthopedics**, v. 6, p. 24–27, 1988.
- LAMOTH, C. J. C. *et al.* Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. **Spine**, v. 27, n. 4, p. E92–E99, 2002. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11840116>>.
- LAMOTH C, DAFFERTSHOFER A, MEIJER O, B. P. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. **Gait and Posture**, v. 13, p. 230–239, 2006.
- LAMOTH C, MEIJER O, DAFFERTSHOFER A, WUISMAN P, B. P. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. **European Spine Journal**, v. 15, p. 23–40, 2006.
- LARIVIÈRE, C.; GAGNON, D.; LOISEL, P. The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion-extension and lateral bending tasks. **Clinical Biomechanics**, v. 15, n. 6, p. 407–416, 2000.
- LIANG, B. W. *et al.* Pelvic step: The contribution of horizontal pelvis rotation to step length in young healthy adults walking on a treadmill. **Gait and Posture**, v. 39, n. 1, p. 105–110, 2014.
- MÜLLER, R.; ERTELT, T.; BLICKHAN, R. Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running. **Journal of Biomechanics**, v. 48, n. 6, p. 1009–1014, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.01.042>>.
- SANTOS FG, CARMO CM, FRACINI AC, PEREIRA RR, TAKARA KS, T. C. Chronic low back pain in women: muscle activation during task performance. **Journal of**

**Physical Therapy Science.**, v. 25, p. 1569–1573, 2013.

SEAY, J. F.; VAN EMMERIK, R. E. A.; HAMILL, J. Low back pain status affects pelvis-trunk coordination and variability during walking and running. **Clinical Biomechanics**, v. 26, n. 6, p. 572–578, 2011a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.11.012>>.

SEAY, J. F.; VAN EMMERIK, R. E. A.; HAMILL, J. Influence of low back pain status on pelvis-trunk coordination during walking and running. **Spine**, v. 36, n. 16, p. E1070–E1079, 2011b.

SEAY, J. F.; VAN EMMERIK, R. E.; HAMILL, J. Trunk bend and twist coordination is affected by low back pain status during running. **European Journal of Sport Science**, v. 1391, n. March 2015, p. 37–41, 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24313829>>.

SELLES, R. W. *et al.* Disorders in trunk rotation during walking in patients with low back pain: A dynamical systems approach. **Clinical Biomechanics**, v. 16, n. 3, p. 175–181, 2001.

SPENKELINK C, HUTTEN M, HERMENS H, G. B. Assessment of activities of daily living with an ambulatory monitoring system: a comparative study in patients with chronic low back pain and nonsymptomatic controls. **Clinical Rehabilitation**, v. 16, n. 1, p. 16, 2002. Disponível em: <<http://0-search.ebscohost.com/brum.beds.ac.uk/login.aspx?direct=true&db=amed&AN=0036604&site=ehost-live&scope=site>>.

STOKES, V. P.; ANDERSSON, C.; FORSSBERG, H. Rotational and translational movement features of the pelvis and thorax during adult human locomotion. **Journal of Biomechanics**, v. 22, n. 1, p. 43–50, 1989.

VAN DEN HOORN W, BRUIJN S, M. O. Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain. **Journal of Biomechanics**, v. 45, p. 342–347, 2012.

VAN WINGERDEN, J.-P.; VLEEMING, A.; RONCHETTI, I. Differences in standing and forward bending in women with chronic low back or pelvic girdle pain: indications for physical compensation strategies. **Spine**, v. 33, n. 11, p. E334–E341, 2008.

VLAEYEN J, L. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. **Pain**, v. 85, p. 317–332, 2000.

VOGT, L. *et al.* Influences of Nonspecific Low Back Pain on Three-Dimensional Lumbar Spine Kinematics in Locomotion. **Spine**, v. 26, n. 17, p. 1910–1919, 2001. Disponível em: <[http://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2001/09010/Influences\\_of\\_Nonspecific\\_Low\\_Back\\_Pain\\_on.19.aspx](http://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2001/09010/Influences_of_Nonspecific_Low_Back_Pain_on.19.aspx)>.

WATSON P, BOOKER C, M. C. Evidence for the role of psychological factors in abnormal paraspinal activity in patients with chronic low back pain (CLBP). **Journal**

**of Musculoskeletal Medicine**, v. 5, p. 41–56, 1997.