

Fernando Gonçalves da Silva

**RELAÇÕES ENTRE PRONAÇÃO EXCESSIVA,
ALTERAÇÕES NO ALINHAMENTO LOMBOPÉLVICO E
OCORRÊNCIA DE LOMBALGIA INESPECÍFICA:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais
2010

Fernando Gonçalves da Silva

**RELAÇÕES ENTRE PRONAÇÃO EXCESSIVA,
ALTERAÇÕES NO ALINHAMENTO LOMBOPÉLVICO E
OCORRÊNCIA DE LOMBALGIA INESPECÍFICA:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia em Ortopedia 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 em Ortopedia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio de Resende

Co-orientador: Prof. Ms. George Schayer Sabino

Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais
2010

S586r
2010

Silva, Fernando Gonçalves da

Relações entre pronação excessiva, alterações no alinhamento lombopélvico e ocorrência de lombalgia inespecífica: revisão sistemática. [manuscrito] / Fernando Gonçalves da Silva – 2010.

31 f., enc.: il.

Orientador: Marcos Antônio de Resende

Co-orientador: George Schayer Sabino

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 26-29

1. Dor lombar. 2. Distúrbios da postura. 3. Pelvis. 4. Pronação. I. Resende, Marcos Antônio de. II. Sabino, George Schayer. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título

CDU: 612.76

RESUMO

A lombalgia é uma condição clínica com alta prevalência na população e está associada ao prejuízo no desempenho funcional. Por apresentar manifestações clínicas heterogêneas e origem multifatorial, alguns autores sugerem que seja essencial identificar subgrupos de indivíduos com dor lombar com características e padrões identificados à avaliação que possam responder melhor a uma conduta específica. Neste contexto, considerando que os membros inferiores são a base de sustentação do corpo, e seus movimentos em cadeia cinemática fechada podem afetar a biomecânica da pelve e da coluna vertebral, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura para verificar a existência de relações entre a pronação excessiva da articulação subtalar do complexo tornozelo-pé, alterações no alinhamento da pelve e da coluna, e a ocorrência de dor lombar inespecífica. Foi feita pesquisa eletrônica de artigos científicos publicados de 1988 a 2010 utilizando palavras-chave relacionadas a pronação e dor lombar, excluindo estudos sobre a dismetria entre membros inferiores e trabalhos que correlacionaram pé plano e dor lombar. Entre os nove estudos selecionados, cinco foram estudos biomecânicos, três foram estudos clínicos e um estudo realizou análise biomecânica e intervenção clínica. Foram extraídos dos estudos: os objetivos, o número de participantes, as características dos grupos analisados, a forma de avaliação do movimento no pé, na pelve e/ou na coluna lombar, os principais resultados e as limitações observadas em cada metodologia. Com relação aos estudos biomecânicos, um trabalho encontrou relações entre aumento da pronação, alterações no alinhamento pélvico e dor lombar. Duas pesquisas biomecânicas relataram correlações entre o aumento da pronação e alterações no alinhamento pélvico, enquanto outros dois trabalhos não concordaram. Entre os estudos clínicos, dois foram contrários à existência de relação entre pronação e dor lombar e um estudo de caso foi favorável à correlação. O estudo biomecânico que realizou intervenção clínica identificou relações entre pronação e dor lombar. A partir desse conjunto de informações favoráveis e contrárias, este estudo concluiu que a literatura é muito limitada em relação a esse assunto e inconsistente para afirmação das relações biomecânicas entre a pronação excessiva e alterações no alinhamento da pelve e da coluna lombar, e das relações clínicas entre pronação excessiva e dor lombar. Nesse contexto inconclusivo de necessidade de maiores pesquisas, sugere-se que a abordagem de indivíduos com lombalgia inespecífica seja individualizada e criteriosa, buscando testar as hipóteses levantadas na avaliação que expliquem a origem da dor lombar, dentre as quais ainda não se pode excluir as alterações nos movimentos dos pés.

Palavras-chave: Pronação. Postura. Pelve. Lordose. Lombalgia. Dor lombar.

ABSTRACT

Low back pain is a clinical condition with high prevalence in the population and is associated with impaired functional performance. As its clinical heterogeneous and multifactorial in origin, some authors suggest that it is essential to identify subgroups of individuals with low back pain characteristics and patterns associated with the assessment that may respond better to a specific conduct. In this context, considering that the lower limbs are the basis for sustaining the body and its movements in closed kinematic chain can affect the biomechanics of the pelvis and the spine, the aim of this study was to conduct a systematic review to verify the existence of relationships between excessive pronation of the subtalar joint of ankle-foot complex, changes in the alignment of the pelvis and spine, and occurrence of nonspecific low back pain. Electronic search was made of scientific articles published from 1988 to 2010 using keywords related to pronation and back pain, excluding studies of lower limbs dysmetria and research that correlated flat foot and back pain. Among the nine selected studies, five were biomechanical studies, three were clinical studies and one study conducted biomechanical analysis and clinical intervention. Were extracted from the studies: the objectives, the number of participants, the characteristics of the groups analyzed, the evaluation methods of movement on the foot, on the pelvis and/or on the lumbar spine, the main findings and the limitations observed in each methodology. With respect to biomechanical studies, one study found relations between excessive pronation, changes in the pelvic alignment and back pain. Two biomechanical studies have reported correlations between increased pronation and changes in pelvic alignment, while two other studies did not agree. Among the clinical studies, two were against the existence of a relationship between pronation and low back pain, and a case study was supportive to this correlation. The biomechanical study that conducted clinical intervention identified relationships between pronation and back pain. From this set of information for and against, this study concluded that the literature is very limited in this issue and it is inconsistent to affirm the biomechanics relations between excessive pronation and changes in the alignment of the pelvis and lumbar spine, and the clinical relations between excessive pronation and low back pain. In this inconclusive context of need for further research, it is suggested that the approach of patients with nonspecific low back pain must be individualized and careful, trying to test the hypotheses identified in the evaluation that explain the origin of low back pain, among which we cannot yet exclude the changes in the movements of the foot.

Keywords: Pronation. Posture. Pelvis. Lordosis. Low back pain.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	05
2	METODOLOGIA.....	07
2.1	Busca.....	07
2.2	Seleção dos estudos.....	07
2.3	Terminologia associada ao movimento de pronação.....	07
2.4	Desenvolvimento do estudo.....	08
3	RESULTADOS.....	09
3.1	Análise descritiva dos estudos.....	09
3.1.1	Estudos de análise biomecânica.....	09
3.1.2	Estudos clínicos.....	13
3.1.3	Estudo biomecânico com intervenção clínica.....	15
3.2	Análise dos resultados entre os estudos de mesmo tipo.....	16
4	DISCUSSÃO.....	21
4.1	Explicações para a transmissão da pronação em cadeia fechada.....	21
4.2	Análise dos estudos biomecânicos.....	22
4.3	Análise dos estudos clínicos e do estudo biomecânico com intervenção clínica.....	24
5	CONCLUSÃO.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A lombalgia é uma condição clínica caracterizada pela presença de dores na região lombar da coluna com alta prevalência na população em geral (KOES et al, 2010). De acordo com Airaksinen et al (2006), até 84% das pessoas podem apresentar alguma ocorrência de dor lombar ao longo da vida e após um episódio inicial agudo, 25 a 60% dos pacientes apresentam dores persistentes por um ano ou mais (BOSWELL et al, 2007). A ocorrência dessa condição clínica geralmente está associada a prejuízo no desempenho funcional e cerca de 11 a 12% dos indivíduos permanecem severamente incapacitados (AIRAKSINEN et al, 2006). Segundo Machado et al (2009), aproximadamente 90% dos pacientes com dor lombar recebe o diagnóstico de dor lombar inespecífica, um termo que denota a ausência de identificação de alguma patologia específica pelo avaliador que justifique a presença da dor.

Por ser uma condição frequente e que tem consequências negativas no desempenho funcional dos indivíduos, o tratamento da dor lombar tem sido um grande desafio para a comunidade científica. A quantidade de pesquisas sobre o tema aumentou significativamente nos últimos anos e existem vários Guias de Orientações para Prática Clínica em relação à dor lombar (KOES et al, 2010). Entretanto, devido à heterogeneidade dos pacientes com dor lombar que possuem, na maioria dos casos, grande variabilidade nos padrões de apresentação clínica (SAMPAIO et al, 2005), pode-se perceber que muitos autores consideram que não é suficiente indicar um tratamento ‘geral’ para lombalgia. É, dessa maneira, necessário um maior direcionamento da conduta terapêutica destes indivíduos (KENT et al, 2010). Essa proposta considera que subgrupos de pacientes com dor lombar devem ser identificados através de características e padrões apresentados na avaliação, os quais indiquem que estes indivíduos sejam mais susceptíveis à melhora decorrente de uma abordagem específica (regras de predição clínica).

Dentro desse contexto, estudos consideram que um dos fatores que devem ser observados nessa triagem dos indivíduos com dor lombar são os movimentos dos membros inferiores (MMII). Os membros inferiores são a base de sustentação do corpo e seus movimentos, em

cadeia cinemática fechada, afetam a biomecânica da pelve e da coluna vertebral (KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008).

O movimento de pronação e supinação da articulação subtalar permite ao pé absorver forças e, posteriormente, transmiti-las para estruturas anatômicas superiores durante a marcha (KHAMIS & YIZHAR, 2007). A pronação é caracterizada pela rotação interna e flexão plantar do tálus e eversão do calcâneo (PINTO et al, 2008). Devido à congruência anatômica e biomecânica, a rotação interna do tálus, que ocorre durante a pronação, é transmitida à tíbia e ao fêmur gerando uma rotação interna do membro inferior como um todo, que por sua vez influenciam no posicionamento pélvico (KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008). A amplitude de movimento normal de eversão do calcâneo, no movimento de pronação durante a marcha tem sido relatada em torno de 6°, ocorrendo durante os primeiros momentos da fase de apoio (KHAMIS & YIZHAR, 2007). O aumento na quantidade ou na duração deste movimento é denominado pronação excessiva.

Através desse mecanismo de transmissão de forças e movimentos, a ocorrência da pronação excessiva bilateral pode levar a um aumento da anteversão pélvica (KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008) e aumento da lordose lombar (LEVINE & WHITTLE, 1996). A presença unilateral da pronação excessiva gera redução funcional no comprimento deste membro inferior (MI) com conseqüente inclinação pélvica para baixo neste mesmo lado (ROTHBART, 2006) e algum grau de escoliose compensatória com concavidade para o lado do MI funcionalmente mais longo (MCCAW & BATES, 1991). McGregor & Hukins (2009) relatam que o desalinhamento pélvico decorrente da diferença no comprimento dos membros ou de compensações por alterações nos pés (como pronação ou supinação) são achados comuns na avaliação de indivíduos com dor lombar.

Considerando essas inter-relações entre os movimentos do pé e a postura da coluna, é possível pressupor que alterações na dinâmica do pé irão impor movimentos e sobrecargas na coluna, o que pode predispor a dor. Desta maneira, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura para verificar a existência de relações entre a pronação excessiva, alterações no alinhamento da pelve e coluna lombar e a ocorrência de dor lombar inespecífica.

2 METODOLOGIA

2.1 Busca

A busca dos artigos foi feita através de pesquisa eletrônica nas bases de dados Medline, Cinahl, Pedro, Cochrane, Scielo, Web of Science, SportDiscuss, ScienceDirect, SpringerLink e Jama. A estratégia de busca utilizou combinações das palavras-chave relacionadas à dor lombar e à pronação. Foram analisados materiais publicados em língua inglesa, portuguesa e espanhola, publicados de 1988 até novembro de 2010.

2.2 Seleção dos estudos

A seleção inicial dos estudos foi feita por um dos pesquisadores e consistiu na análise do título e do resumo dos artigos encontrados. Os casos de dúvida foram discutidos com um segundo pesquisador do estudo. Os critérios de inclusão foram: estudos que estabeleceram relações entre pronação e alterações do alinhamento pélvico e/ou mudanças na postura da coluna vertebral e/ ou dor lombar. Critérios para exclusão dos estudos foram: revisões da literatura e artigos sem relação com o tema, como pesquisas sobre dor lombar relacionada à dismetria de membros inferiores, estudos sobre pronação compensatória à diferença entre membros e trabalhos que realizaram correlações entre pé plano e dor lombar.

2.3 Terminologia associada ao movimento de pronação

Considerando que o movimento de pronação é um movimento complexo, para padronizar e facilitar a comparação entre os artigos, no presente estudo, eversão de calcâneo foi considerado como sinônimo de pronação. A medida da queda do osso navicular (BRANTINGHAM et al, 2006; BRANTINGHAM et al, 2007) foi aceita como uma forma de se medir o movimento de pronação (MUELLER et al, 1993). Pé plano não foi aceito como

pronação, pois a altura do arco longitudinal é uma medida da postura do pé e não foi considerada válida para caracterização do movimento de pronação (MENZ, 1998). Pronação excessiva e hiperpronação foram considerados equivalentes. A terminologia relacionada à pronação em cada estudo selecionado se encontra descrita nos resultados.

2.4 Desenvolvimento do estudo

Todos os artigos selecionados foram descritos e comparados. Os estudos foram classificados quanto ao formato em: estudos de análise biomecânica, estudos clínicos ou ambos. Foram considerados estudos de análise biomecânica aqueles em que o objeto da pesquisa foi analisar os efeitos cinemáticos da pronação sobre os segmentos superiores como a tíbia, fêmur, pelve e/ou coluna lombar, em indivíduos saudáveis. Estudos clínicos foram aqueles em que houve participantes com dor lombar e cuja análise dos fatores poderiam estar relacionados ou não à ocorrência dessa condição. Os estudos de caso foram considerados como estudos clínicos.

Foram extraídos dos estudos: os objetivos, o número de participantes, as características dos grupos analisados, a forma de avaliação dos movimentos no pé, na pelve e/ou na coluna lombar, os principais resultados de cada estudo e as limitações observadas em cada metodologia. Nos estudos em que a forma de análise do movimento não foi detalhadamente explicitada, foram registradas as associações indiretas ou inferências feitas pelos autores em relação aos movimentos do pé que afetaram a pelve e/ou a coluna lombar.

3 RESULTADOS

A busca proposta retornou 193 estudos, entretanto, após análise do título e resumo, apenas 16 foram selecionados por se tratarem do assunto. Dentre estes 16 artigos, 07 foram excluídos, sendo 03 revisões da literatura sobre dismetria de membros inferiores (MCCAW & BATES, 1991; GURNEY, 2002; MCGREGOR & HUKINS, 2009), 01 revisão sobre bandagens para conter a pronação excessiva (FRANETTOVICH et al, 2008) e 03 trabalhos que abordavam relações entre pé plano e dor lombar (LÓPEZ-ROJAS et al, 2002; KOSASHVILI et al, 2008; MOLGAARD et al, 2010). Os estudos de Brantingham et al (2006) e Brantingham et al (2007), apesar de utilizarem o termo pé plano em alguns momentos, foram aceitos por terem realizado a medida da queda do navicular, que foi considerada por Menz (1998) como válida para medir o movimento de pronação.

Entre os 09 artigos que preencheram os critérios de inclusão do presente trabalho, 05 foram estudos de análise biomecânica (ROTHBART, 2006; KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008; PARKER et al, 2008; DUVAL et al, 2010), 03 foram experimentos clínicos (CIBULKA, 1999; BRANTINGHAM et al, 2006; BRANTINGHAM et al, 2007), sendo que um destes se tratava de um estudo de caso (CIBULKA, 1999), e 01 estudo realizou análise biomecânica e intervenção clínica (ROTHBART & ESTABROOK, 1988). Esse último trabalho (ROTHBART & ESTABROOK, 1988) foi classificado em ambos os formatos de estudo, pois, inicialmente, fez uma análise das relações biomecânicas entre a pronação e as estruturas anatômicas proximais em indivíduos com dor lombar e, em seguida, realizou intervenções clínicas nesses sujeitos.

3.1 Análise descritiva dos estudos

3.1.1 Estudos de análise biomecânica

Rothbart (2006)

Rothbart (2006) desenvolveu um estudo biomecânico com o objetivo de verificar as relações entre pronação aumentada, alinhamento do quadril e dismetria funcional entre os membros inferiores. Cinquenta e seis indivíduos saudáveis foram avaliados quanto a: presença de pé pronado em posição estática, quantificado através da Foot Posture Index, com validade e confiabilidade (REDMOND et al, 2006); e diferença funcional no comprimento do membro inferior (através da análise do alinhamento dos maléolos e posteriormente realizando manobra de alinhamento pélvico, para excluir indivíduos com dismetria anatômica). Estes procedimentos para avaliar dismetria foram aceitos quantitativamente e qualitativamente (BAXTER, 2004 apud ROTHBART, 2006). A análise das variáveis revelou correlação de: 92,8% entre pronação aumentada e queda pélvica ipsilateral; 94,6% entre queda pélvica e membro funcionalmente mais curto; e 94,6% entre pronação excessiva e presença de membro funcionalmente mais curto ipsilateral. Os resultados foram explicados pela seguinte análise do autor: a pronação aumentada levou à inclinação anterior da pelve ipsilateral, empurrando o acetábulo e a cabeça do fêmur posterior e superiormente, resultando em hiperextensão do joelho, o que funcionalmente encurtou o membro inferior neste mesmo lado. A ausência de um grupo comparativo com indivíduos com dor lombar foi uma limitação deste trabalho. O autor complementa que a generalização destas inferências não deve ser feita a partir deste estudo, considerando que 23 dos participantes excluídos apresentaram pronação aumentada e pelve alinhada, possivelmente devido a outros mecanismos utilizados pelo sistema musculoesquelético destes indivíduos.

Khamis & Yizhar (2007)

Khamis & Yizhar (2007) realizaram um estudo com 35 participantes saudáveis com o objetivo de verificar os efeitos no alinhamento da pelve e dos membros inferiores causados pela hiperpronação induzida nos pés em posição estática. Os indivíduos foram avaliados em pé no chão e sobre plataformas inclinadas a 10°, 15° e 20° para induzir a pronação. Marcadores reflexivos foram colocados na pelve, coxas, pernas e pés, e 08 câmeras foram utilizadas para registro com análise pelo sistema tridimensional (3D) Vicon, relatado por Kadaba; Ramakrishnan; Wootten (1990) como válido para indivíduos saudáveis. A eversão foi mensurada através do alinhamento do calcâneo em relação à tíbia conforme Root et al (1971, apud ROTHBART & ESTABROOK, 1988). Os resultados revelaram alta correlação entre a hiperpronação e aumento da eversão do calcâneo, rotação interna da tíbia e do fêmur, e anteversão da pelve. O posicionamento sobre a plataforma de 10° induziu um aumento médio

na rotação interna da tíbia e fêmur de 2,33° a 2,44°. Foram identificadas variações no alinhamento da pelve que podem estar relacionadas a características individuais como o ângulo de anteversão do fêmur, a orientação acetabular, o alinhamento da coluna lombar e a rigidez e flexibilidade dos tecidos moles. Apesar desta variabilidade, em ortostatismo a pelve apresenta cerca de 10° de anteversão e, durante a marcha, há variações de 4°. As alterações foram menores no quadril do que nos segmentos inferiores, porém significativas. A inclinação de 5° não levou a mudanças na pelve, mas relevantes alterações pélvicas ocorreram à inclinação de 10° e 15°. Em 40% dos casos, mudanças de 2° a 3° ocorreram na pelve. Este trabalho concluiu que a hiperpronação levou a uma rotação interna da tíbia e do fêmur com consequente anteversão da pelve. Limitações deste estudo foram o pequeno número de participantes e a ausência de um grupo comparativo com dor lombar.

Pinto et al (2008)

Em um estudo biomecânico com o objetivo de analisar a influência da pronação no alinhamento pélvico em posição ortostática, Pinto et al (2008) avaliaram 14 indivíduos saudáveis em 03 situações: 1) De pé sobre superfície plana; 2) Membro inferior esquerdo sobre plataforma plana e membro direito sobre plataforma inclinada com 10° de eversão do calcâneo; e 3) Ambos os membros inferiores sobre plataforma induzindo 10° de eversão bilateral do calcâneo. Foi usado o sistema de análise tridimensional de movimento ProReflex, similar ao validado por Kadaba; Ramakrishnan; Wootten (1990), e marcadores reflexivos em feixes sobre a pelve (tubérculos ilíacos) e membros inferiores (trocanter maior, epicôndilos femurais, maléolos e cabeças do 1° e 5° metatarsos) captados por 04 câmeras. A eversão do calcâneo foi avaliada no plano frontal conforme confiabilidade relatada por Haight et al (2005). A pelve foi analisada no plano frontal e sagital em relação a dois eixos estabelecidos no laboratório deste experimento. Dados estatisticamente significantes revelaram que: o posicionamento estático sobre plataformas inclinadas a 10° levou à eversão do calcâneo; a eversão do calcâneo unilateral e bilateral resultou em anteversão pélvica; e a eversão unilateral do calcâneo gerou queda da pelve ipsilateral. Este estudo concluiu que a pronação levou à rotação interna da tíbia e do fêmur com consequente anteversão da pelve. Limitações desse estudo foram relacionadas ao pequeno número de sujeitos e à ausência de um grupo comparativo com dor lombar.

Parker et al (2008)

O estudo biomecânico de Parker et al (2008) teve o objetivo de verificar se os movimentos da subtalar influenciam na rotação dos membros inferiores, no alinhamento pélvico e na lordose lombar em posição estática. Dezesete sujeitos saudáveis de ambos os sexos foram avaliados sobre plataformas inclinadas induzindo a pronação a 3,5°, 5° e 10° somente no antepé, somente no retropé e no pé inteiro através do sistema cinemático tridimensional Vicon, validado por Kadaba; Ramakrishnan; Wootten (1990). Foram utilizadas hastes com anéis reflexivos em L1, L4 e S2, conforme validado por Whittle & Levine (1997), e marcadores reflexivos fixados sobre a pele na pelve e membros inferiores, captados por 8 câmeras. A lordose lombar foi medida no plano sagital através do ângulo formado por uma linha imaginária entre os marcadores reflexivos de L1 e L4 e por outra linha entre os de L4 e S2 (WHITTLE & LEVINE, 1997). Forças de reação do solo foram mensuradas pela plataforma de força AMTI. As alterações na lordose lombar decorrentes do posicionamento dos pés não foram significativamente homogêneas. Houve correlação entre pronação leve (3,5°, 5°) e aumento da lordose lombar, mas não houve entre pronação de 10° e alterações na lombar. A análise das forças de reação do solo mensuradas indicou que a pronação excessiva levou a um desvio anterior do centro de gravidade. Os autores concluíram que alterações induzidas nos pés produziram efeitos diversos na lordose lombar dependendo do local onde a inclinação foi induzida (antepé, retropé ou em ambos), porém sem um padrão específico. A pronação dos pés afetou a posição do corpo e a postura, entretanto as compensações para estas mudanças não ocorreram exclusivamente na coluna lombar. Limitações identificadas foram o pequeno número de participantes e a ausência de um grupo comparativo com dor lombar.

Duval et al (2010)

Duval et al (2010) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a influência dos movimentos de pronação e supinação da subtalar no aumento da inclinação pélvica e da lordose lombar em posição estática. Quinze indivíduos foram avaliados em 02 situações: 1) Supinação/pronação em plataformas inclinadas de 5, 10 e 15 graus de inversão do calcâneo, posição neutra e 5, 10 e 15 graus de eversão do calcâneo; 2) Rotação interna e externa dos pés em plataformas rotatórias posicionadas em 40, 20, 10, 5, 2.5 e 0 graus. Foi usado o sistema cinemático tridimensional C-Motion, similar ao validado por Kadaba; Ramakrishnan; Wootten (1990). Foram colocadas hastes com anéis reflexivos em L1, L4 e S2, conforme validado por Whittle & Levine (1997), e diretamente na pele sobre as espinhas ilíacas ântero-

superiores (EIAS), espinhas ilíacas póstero-superiores (EIPS) e crista ilíaca e nos membros inferiores (trocanter maior, lateral do fêmur e da tíbia) captados por 04 câmeras. A eversão foi mensurada através do ângulo do calcâneo bisseccionado em relação à tíbia, conforme confiabilidade relatada por Haight et al (2005). A lordose lombar foi medida no plano sagital através do ângulo formado por uma linha imaginária entre os marcadores reflexivos de L1 e L4 e por outra linha entre os de L4 e S2 (WHITTLE & LEVINE, 1997). Os resultados evidenciaram que o aumento na pronação leva ao aumento na rotação interna da tíbia e do fêmur. As correlações entre pronação/supinação e inclinação pélvica, e pronação/supinação e lordose lombar não foram significantes. Nas plataformas rotatórias, a rotação interna dos pés levou à rotação interna da tíbia e fêmur e à anteversão pélvica, enquanto a rotação externa dos pés levou à rotação externa da tíbia e fêmur e à retroversão pélvica. Entretanto não houve relações significativas entre as rotações dos membros inferiores e alterações na lordose lombar, nem entre as inclinações pélvicas e a lordose lombar. As alterações na inclinação pélvica foram mais acentuadas decorrentes da rotação interna do que da rotação externa dos pés. Limitações do estudo foram o pequeno número de participantes e a ausência de um grupo comparativo com dor lombar.

3.1.2 Estudos clínicos

Cibulka (1999)

Cibulka (1999) realizou um estudo de caso com o objetivo de descrever o tratamento de um indivíduo do sexo masculino com 35 anos de idade, apresentando dor lombar no lado direito há 3 anos e pronação excessiva ipsilateral. A avaliação do alinhamento pélvico foi através da simetria entre EIAS e EIPS (através do método de palpação) e testes clínicos para excluir a hipótese de dimetria anatômica entre os membros (CIBULKA, 1999). A avaliação dos pés foi realizada através de goniometria do antepé e retropé, conforme relatado por Root et al (1977, apud CIBULKA, 1999) e de medida da queda do navicular, validada por Mueller et al (1993). A análise detectou retroversão do íliaco à direita (desnivelado em 2,5 cm em relação ao íliaco contralateral, que mostrou-se antevertido), limitação na amplitude de movimento (ADM) de rotação interna com aumento na ADM de rotação externa do quadril direito, e pronação ipsilateral (a queda do navicular foi maior em 1 cm neste lado). Medidas de alinhamento do antepé e retropé mostraram-se simétricas. O autor considerou que a

retroversão do íliaco direito levou ao aumento da ADM de rotação externa e à limitação da ADM de rotação interna do quadril e aumento da pronação à direita com queda do arco longitudinal. Estas alterações geraram um encurtamento funcional do membro inferior direito. O tratamento foi bem sucedido, avaliado por acompanhamento pós-tratamento com 2 semanas, 3 meses e 1 ano, consistiu em: aumentar a ADM de rotação interna do quadril através de alongamentos; reduzir a ADM de rotação externa do quadril, fortalecendo os rotadores internos; e conter a pronação excessiva com o uso de órtese. A limitação deste trabalho é que o estudo de caso limita a generalização dos resultados, pois trata da descrição e análise de apenas um indivíduo.

Brantingham et al (2006)

Brantingham et al (2006) realizaram um estudo clínico não-aleatorizado com 204 indivíduos, com o objetivo de verificar as relações entre dor lombar, ADM do tornozelo e do hálux e queda do osso navicular. Cem indivíduos com dor lombar crônica (grupo intervencional) e 104 participantes sem dor lombar (grupo controle) foram avaliados quanto à ADM do tornozelo e do hálux (MAGEE, 1997), e quanto à queda do navicular (MUELLER et al, 1993). A ADM considerada normal foi de 20° para dorsiflexão do tornozelo, 65° para dorsiflexão do hálux (MAGEE, 1997) e 10mm para queda do navicular (MUELLER et al, 1993). Os resultados revelaram redução significativa na ADM de dorsiflexão do tornozelo (em ambos os pés) dos indivíduos com dor lombar em relação ao grupo controle. Não houve diferenças entre os grupos com relação à dorsiflexão do hálux. A queda do navicular foi menor (arco longitudinal mais alto) apenas no pé direito dos indivíduos com dor lombar. Os autores concluíram que a redução da dorsiflexão do tornozelo pode ser um fator de risco para dor lombar.

Brantingham et al (2007)

Em um estudo com 58 participantes, Brantingham et al (2007) investigaram se a eversão do calcâneo e a queda do navicular estavam associados a dor lombar. Trinta indivíduos com pelo menos dois episódios de dor lombar e 28 sujeitos sem relato de dor lombar foram avaliados quanto à eversão do calcâneo maior que 6°, com confiabilidade relatada por Sobel et al (1999), e à queda do navicular maior que 3, 8 e 10mm (MUELLER et al, 1993). Correlação significativa foi encontrada entre o aumento da eversão do calcâneo e aumento da queda do

navicular. Porém a análise dos resultados não revelou diferenças significativas entre o grupo com dor lombar e o grupo controle. O estudo concluiu que a eversão do calcâneo e a queda do navicular não foram fatores associados à lombalgia. Limitações foram o pequeno número de participantes, grande diversidade de idade (16-70 anos), baixa incidência de queda do navicular (maior que 10mm) entre os sujeitos e baixa severidade das queixas no grupo com dor lombar.

3.1.3 Estudo biomecânico com intervenção clínica

Rothbart & Estabrook (1988)

Rothbart & Estabrook (1988) realizaram um estudo com o objetivo de verificar as relações entre pronação excessiva, desalinhamento pélvico e dismetria funcional dos membros inferiores. Noventa e sete indivíduos com dor lombar crônica foram avaliados quanto à pronação excessiva através da medida do varismo do antepé, conforme descrito por Root et al (1971, apud ROTHBART & ESTABROOK, 1988), e quanto ao alinhamento pélvico e comprimento dos membros inferiores através de: a) análise radiológica do alinhamento das EIPS em relação à porção inferior sacro-ilíaca; b) medida do comprimento dos membros inferiores (distância entre EIPS e maléolo medial); e c) observação clínica da dismetria em supino e em prono. Não foi relatada a validade ou confiabilidade dos procedimentos utilizados para as medidas de comprimento dos MMII. Os resultados identificaram correlação 97% entre pronação assimétrica (maior que 6°), presença de membro funcionalmente mais curto e inclinação pélvica ipsilateral. Correlação de 92% foi identificada entre antepé varo e inclinação pélvica. A marcha de 84% dos pronadores assimétricos foi caracterizada por instabilidade lateral no membro mais curto com abdução compensatória ipsilateral para aumentar a estabilidade. Todos os indivíduos com pronação assimétrica foram tratados por 2 a 3 semanas com terapia manual manipulativa sacro-ilíaca e uso de órteses para manter a subtalar em posição neutra. Após um acompanhamento de 6 meses destes sujeitos, correlação de 77% foi encontrada entre o uso de órteses e atenuação dos sintomas lombares. A ausência de um grupo controle sem dor lombar foi uma limitação deste trabalho.

3.2 Análise dos resultados entre os estudos de mesmo tipo

Entre os 05 estudos biomecânicos (ROTHBART, 2006; KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008; PARKER et al, 2008; DUVAL et al, 2010), 03 foram estatisticamente favoráveis à existência de correlações entre o aumento da pronação e alterações no alinhamento pélvico (ROTHBART, 2006; KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008) e na lordose lombar (ROTHBART, 2006). Dois estudos biomecânicos (PARKER et al, 2008; DUVAL et al, 2010) não encontraram correlação entre esses aspectos. Todos os estudos biomecânicos relataram uso de instrumentos de avaliação validados. Dentre as 05 pesquisas biomecânicas, o estudo de Rothbart (2006) realizou a avaliação através da análise visual da posição das estruturas anatômicas e testes clínicos para mensuração dos sujeitos (BAXTER, 2004 apud ROTHBART, 2006) e da Foot Posture Index (REDMOND et al, 2006). Os demais 04 estudos (KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008; PARKER et al, 2008; DUVAL et al, 2010), utilizaram câmeras e marcadores reflexivos fixados a pontos de referência anatômicos para captação e análise dos movimentos através de sistemas tridimensionais, com características similares ao validado por Kadaba; Ramakrishnan; Wootten (1990).

Os 02 estudos clínicos com grupo controle analisados (BRANTINGHAM et al, 2006; BRANTINGHAM et al, 2007) não encontraram correlação significativa entre o aumento da pronação e ocorrência de dor lombar. Entretanto o estudo de caso clínico (CIBULKA, 1999) e o estudo biomecânico/clínico (ROTHBART & ESTABROOK, 1988) identificaram correlações entre dor lombar, desalinhamento pélvico e pronação excessiva com membro funcionalmente mais curto. Os instrumentos de avaliação utilizados foram diferentes entre os estudos. Cibulka (1999) e Rothbart & Estabrook (1988) realizaram a avaliação do alinhamento pélvico através da simetria entre as espinhas ilíacas e testes clínicos para excluir a hipótese de dismetria anatômica entre os membros (validade e confiabilidade não relatadas pelos autores); e goniometria do antepé e retropé (ROOT et al, 1977, apud CIBULKA, 1999; ROOT et al, 1971, apud ROTHBART & ESTABROOK, 1988). Cibulka (1999) utilizou também a medida da queda do navicular, validada por Mueller et al (1993). Brantingham et al (2006) utilizaram as medidas da ADM do tornozelo e do hálux (MAGEE, 1997) e da queda do navicular (MUELLER et al, 1993), enquanto Brantingham et al (2007) realizaram medidas

de eversão do calcâneo (SOBEL et al, 2009) e da queda do navicular (MUELLER et al, 1993).

Para facilitar a visualização e a comparação das características de cada estudo e seus principais achados, a descrição dos artigos selecionados encontra-se nos quadros 1, 2 e 3, conforme o tipo de estudo: biomecânicos (quadro 1), clínicos (quadro 2) e biomecânico com intervenção clínica (quadro 3).

Quadro 1: Descrição dos estudos de análise biomecânica

Autor (Ano)	Objetivo do Estudo	Sujeitos (n) e Grupos	Forma de Avaliação dos Movimentos no Pé, na Pelve e na Coluna Lombar	Principais Resultados	Explicações dos Autores
Rothbart (2006)	Verificar as relações entre pronação aumentada, alinhamento da pelve e dismetria funcional.	56 indivíduos saudáveis de ambos os sexos com idade entre 10 e 67 anos.	Avaliação da pronação em posição estática, através da Foot Posture Index; Análise visual do alinhamento das EIPS; Análise visual da dismetria funcional entre os MMII que desaparece à manobra de alinhamento pélvico e à medida com fita métrica.	Houve correlação entre a pronação aumentada e ocorrência de queda pélvica ipsilateral, entre queda pélvica e presença de MI funcionalmente mais curto ipsilateral, e entre pronação aumentada e MI funcionalmente mais curto ipsilateral.	A pronação aumentada levou à inclinação anterior da pelve ipsilateral, empurrando o quadril posterior e superiormente, resultando em hiperextensão do joelho, encurtamento funcional deste MI com queda pélvica.
Khamis & Yizhar (2007)	Verificar a influência da pronação no alinhamento da pelve e dos MMII em posição estática.	35 indivíduos saudáveis de ambos os sexos, com idade entre 23 e 33 anos.	Avaliação dos indivíduos de pé no chão e sobre plataformas inclinadas a 10°, 15° e 20° (para induzir a pronação). Foram utilizados marcadores reflexivos sobre a pele na pelve, coxas, pernas e pés, captados por 8 câmeras e analisados pelo sistema 3D Vicon. Foram medidas: a eversão do calcâneo (ângulo do calcâneo em relação à tibia), a rotação do MI e a inclinação pélvica (analisadas através de um eixo de referência no laboratório).	Houve correlação significativa entre a hiperpronação e aumento da eversão do calcâneo, rotação interna da tibia e do fêmur, e da anteversão da pelve. Alterações foram menores no quadril do que nos segmentos inferiores. Inclinação de 5° não levou a mudanças na pelve. Relevantes alterações pélvicas ocorreram à inclinação de 10° e 15°. Em 40% dos casos, mudanças de 2° a 3° ocorreram na pelve.	A eversão do calcâneo levou à rotação interna da tibia e do fêmur com consequente anteversão da pelve.
Pinto et al (2008)	Analisar a influência da pronação no alinhamento da pelve em posição estática.	14 indivíduos saudáveis de ambos os sexos com idade média de 22,85 anos.	03 situações: 1) De pé em superfície plana; 2) MI esquerdo sobre plataforma plana e MI direito sobre plataforma com 10° de eversão do calcâneo; 3) Ambos MMII sobre plataforma induzindo 10° de eversão. Foram colocados marcadores reflexivos em feixes sobre a pelve (tubérculos ilíacos) e MMII (trocânter maior, epicôndilos femurais, maléolos e cabeças do 1° e 5° metatarsos) captados por 04 câmeras e analisados pelo sistema 3D ProReflex. Foram medidas: eversão do calcâneo (ângulo do calcâneo em relação à tibia), rotação do MI e inclinação pélvica (analisadas através de 02 eixos de referência no laboratório).	Houve correlação significativa entre as variáveis verificadas. O posicionamento estático à inclinação de 10° levou a eversão do calcâneo; a eversão do calcâneo unilateral e bilateral resultou em anteversão pélvica; a eversão unilateral do calcâneo gerou queda da pelve ipsilateral.	A eversão do calcâneo levou à rotação interna da tibia e do fêmur com consequente anteversão da pelve.

Autor (Ano)	Objetivo do Estudo	Sujeitos (n) e Grupos	Forma de Avaliação dos Movimentos no Pé, na Pelve e na Coluna Lombar	Principais Resultados	Explicações dos Autores
Parker et al (2008)	Verificar a influência da pronação na rotação dos membros inferiores, no alinhamento pélvico e na lordose lombar em posição estática.	17 indivíduos saudáveis de ambos os sexos com idade entre 18 e 40 anos.	Avaliação em ortostatismo sobre plataformas inclinadas a 3,5°, 5° e 10° somente no antepé, somente no retropé e no pé inteiro. Foram colocadas hastes com anéis reflexivos na coluna (L1, L4 e S2) e marcadores reflexivos sobre a pele na pelve e MMII, captados por 8 câmeras e analisadas pelo sistema 3D Vicon. A lordose foi medida no plano sagital através do ângulo formado por uma linha imaginária entre os anéis de L1-L4 e por outra linha entre L4-S2. Forças de reação do solo foram mensuradas pela plataforma de força AMTI.	Alterações na lordose decorrentes do alinhamento dos pés não foram homogêneas. Houve correlação entre pronação leve (3,5°, 5°) e aumento da lordose, mas não houve na pronação de 10°. Análise das forças de reação do solo indicou que a pronação excessiva levou a um desvio anterior do centro de gravidade.	Alterações induzidas nos pés produziram efeitos diversos na lordose lombar dependendo do local onde a inclinação foi induzida (antepé, retropé ou em ambos), porém sem um padrão específico.
Duval et al (2010)	Verificar a influência dos movimentos de pronação e supinação da subtalar no aumento da inclinação pélvica e da lordose lombar, em posição estática.	15 indivíduos saudáveis de ambos os sexos com idade média de 25,4 anos.	Análises em 02 situações: 1) Supinação/pronação em plataformas inclinadas de 5, 10 e 15° de inversão do calcâneo, posição neutra e 5, 10 e 15° de eversão do calcâneo; 2) Rotação interna e externa dos pés em plataformas rotatórias a 40, 20, 10, 5, 2.5 e 0°. Foram colocadas hastes com anéis reflexivos na coluna (L1, L4 e S2) e marcadores reflexivos na pelve (EIAS, EIPS e crista ilíaca) e MMII (trocanter maior, lateral do fêmur e da tibia) captados por 04 câmeras e analisados pelo sistema 3D C-Motion. A eversão foi mensurada através do ângulo do calcâneo em relação à tibia. A lordose foi medida no plano sagital através do ângulo formado por uma linha imaginária entre os marcadores de L1-L4 e por outra linha entre L4-S2. Além destes, a rotação do MI e a inclinação da pelve foram captadas e comparadas à posição neutra.	Não houve correlação significativa entre pronação/supinação e inclinação pélvica, e nem entre pronação/supinação e alterações lombares. Houve correlação entre: 1) Pronação e rotação interna da tibia e do fêmur; 2) Rotação interna dos pés, rotação interna da tibia, fêmur e anteversão pélvica; 3) Rotação externa dos pés, rotação externa da tibia, fêmur e retroversão pélvica. Alterações pélvicas foram mais acentuadas decorrentes da rotação interna do que da rotação externa dos pés. Não houve correlação entre as rotações dos pés e alterações na lombar, nem entre inclinações pélvicas e alterações na lombar.	A eversão do calcâneo levou à rotação interna da tibia e do fêmur. A inversão do calcâneo levou à rotação externa da tibia e do fêmur. Eversão/inversão não influenciaram o alinhamento da pelve nem da lombar. Rotação interna dos pés levou à rotação interna do MI e anteversão pélvica. Rotação externa dos pés levou à rotação externa do MI e retroversão pélvica. Rotações dos pés e/ou dos MMII não alteraram a lordose. Inclinações pélvicas não afetaram a lombar.

Quadro 2: Descrição dos estudos clínicos

Autor (Ano)	Objetivo do Estudo	Sujeitos (n) e Grupos	Forma de Avaliação dos Movimentos no Pé, na Pelve e na Coluna Lombar	Principais Resultados	Explicações dos Autores
Cibulka (1999)	Estudo de caso com o objetivo de descrever o tratamento de um paciente com dor lombar crônica e pronação excessiva.	Indivíduo do sexo masculino, 35 anos, com dor lombar à direita há 3 anos.	Medida goniométrica do alinhamento do antepé e retopé em relação à tibia; Medida da queda do navicular; Análise visual do alinhamento das EIAS e EIPS; Observação clínica da dismetria funcional entre os MMII.	Íliaco retrovertido à direita; Limitação da ADM de rotação interna do quadril ipsilateral; Aumento da pronação ipsilateral Antepé e retopé simétricos. O tratamento com órtese, fortalecimentos e alongamentos foi bem sucedido (detalhes no texto).	A retroversão do íliaco direito levou ao aumento da pronação à direita com queda do arco longitudinal. Isto gerou um encurtamento funcional do MI direito.
Brantingham et al (2006)	Verificar as relações entre dor lombar e ADM do tornozelo e do hálux, e queda do navicular.	Experimental: n=100 com dor lombar crônica. Controle: n=104 sem dor lombar.	Medidas goniométricas de ADM de dorsiflexão do tornozelo e dorsiflexão do hálux; Medida da queda do navicular. Não houve avaliação da pelve e lombar.	Não houve correlação entre dor lombar, queda do navicular e/ou ADM do hálux. Houve correlação entre dor lombar e redução na ADM do tornozelo. A queda do navicular foi menor no pé direito do grupo com dor lombar (arco longitudinal alto).	A redução da ADM do tornozelo pode ser um fator de risco para a ocorrência de dor lombar de origem mecânica.
Brantingham et al (2007)	Verificar se a eversão do calcâneo e a queda do osso navicular estão associados à dor lombar.	Experimental: n=30 com dor lombar. Controle: n=28 sem dor lombar.	Medida goniométrica de alinhamento do antepé em relação à tibia; Medida da queda do navicular em 03 situações: maior que 3, 8 ou 10 mm. Não houve avaliação da pelve e lombar.	Não houve diferenças significativas entre o grupo com dor lombar e o grupo controle. Houve correlação entre o aumento da eversão do calcâneo e aumento da queda do navicular.	A queda do navicular e a eversão do calcâneo não apareceram como relacionados à ocorrência de dor lombar de origem mecânica.

Quadro 3: Descrição do estudo biomecânico com intervenção clínica

Rothbart & Estabrook (1988)	Verificar as relações entre pronação excessiva, desalinhamento pélvico e dismetria funcional.	97 indivíduos com dor lombar crônica.	Estática: Goniometria do antepé. Análise radiológica do alinhamento das EIPS; Medida do comprimento do MI (distância da EIPS ao maléolo medial à fita métrica); Análise clínica da dismetria entre MMII. Dinâmica: análise qualitativa da marcha. Os sujeitos com pronação assimétrica foram tratados por 2 a 3 semanas com terapia manual sacro-íliaca e uso de órteses (subtalar neutra).	Estática: Correlação entre pronação assimétrica, MI funcionalmente mais curto e queda pélvica ipsilateral. Dinâmica: Marcha de 84% dos pronadores assimétricos com abdução e instabilidade lateral no MI curto Análise 6 meses pós-tratamento: correlação entre o uso de órteses e atenuação dos sintomas.	O aumento na pronação levou ao encurtamento funcional neste MI (pela queda do arco longitudinal), anteversão da pelve e aumento da lordose lombar.
-----------------------------	---	---------------------------------------	--	--	--

4 DISCUSSÃO

As relações entre a pronação excessiva e suas implicações para a região lombopélvica constituem um assunto escasso na literatura científica, pois, apesar da alta prevalência da dor lombar e da eficácia limitada do tratamento desta condição heterogênea e multifatorial (KOES et al, 2010; BOSWELL et al, 2007; AIRAKSINEN et al, 2006), o presente estudo selecionou apenas 09 artigos relacionados ao tema pesquisado.

Este trabalho preocupou-se em abranger sua busca a pesquisas de análise biomecânica e estudos clínicos. Foi hipotetizado que a identificação de alterações biomecânicas lombopélvicas causadas pela pronação poderiam ser um primeiro passo para se vislumbrar relações com a lombalgia. Da mesma forma também foi considerado importante identificar, através da análise de estudos clínicos, se a presença da pronação foi relacionada à dor lombar.

4.1 Explicações para a transmissão da pronação em cadeia fechada

Os estudos revisados apresentaram diferentes explicações sobre as relações biomecânicas entre a pronação e as estruturas anatômicas superiores. Sete (ROTHBART & ESTABROOK, 1988; CIBULKA, 1999; ROTHBART, 2006; KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008; PARKER et al, 2008; DUVAL et al, 2010) entre os nove trabalhos apresentaram teorias sobre os mecanismos biomecânicos que ocorrem no membro inferior, na pelve e na coluna lombar decorrentes da pronação da subtalar. Khamis & Yizhar (2007) e Pinto et al (2008) concordaram que a pronação levou à rotação interna da tíbia e do fêmur com consequente anteversão pélvica. Rothbart & Estabrook (1988) acrescentaram que isto levou ao aumento da lordose lombar. Duval et al (2010) e Parker et al (2008) também concordaram que a pronação levou à rotação do MI, porém discordaram em relação à região lombopélvica, que segundo eles, não apresentou alterações decorrentes da pronação. Rothbart (2006) relacionou a pronação à rotação do MI e anteversão da pelve, acrescentando que a hiperextensão do joelho resultou em um encurtamento funcional deste membro. Já Cibulka (1999) hipotetizou que a

retroversão do íliaco direito levou ao aumento da pronação à direita com queda do arco longitudinal, gerando um encurtamento funcional deste membro inferior e queda pélvica ipsilateral.

É possível afirmar que os estudos são consistentes em observar a relação entre os movimentos de rotação interna do membro inferior com os movimentos de pronação, porém, quando os segmentos inter-relacionados se distanciam, como no caso do pé e da região lombopélvica, essa consistência se perde entre os estudos. Não há como rejeitar que as articulações do membro inferior são conectadas e que os pés são a base de sustentação, de forma que a coluna está sujeita à atividade do pé. Entretanto, pelo observado, pode-se concluir que essa ligação não deve ser vista de forma linear, direta ou simplista. É possível imaginar, dado a quantidade de possibilidades de movimento, que a mudança na postura da coluna, associada ao movimento do pé, seja dependente de outros fatores, devendo assim ser observada particularmente em cada indivíduo.

4.2 Análise dos estudos biomecânicos

Os estudos de Rothbart (2006), Khamis & Yizhar (2007) e Pinto et al, (2008) identificaram relações entre aumento da pronação e alterações no alinhamento pélvico. Apesar destas pesquisas não terem realizado medidas diretas de alterações na postura da coluna lombar, o estudo de Levine & Whittle (1996) identificou alta correlação entre a anteversão pélvica e o aumento na lordose lombar. Esta análise poderia sustentar inferências indiretas de que mudanças no alinhamento dos pés poderiam influenciar a posição da coluna lombar. Entretanto os estudos de Parker et al (2008) e Duval et al (2010) verificaram diretamente a relação entre a pronação e alterações na postura da coluna lombar e não observaram relações significativas entre os movimentos dessas articulações.

Alguns fatores que podem ter influenciado na obtenção de resultados contraditórios entre os estudos foram as formas de avaliação dos movimentos. A forma utilizada para avaliação e

mensuração dos movimentos nos pés, na pelve e na coluna foi diferente entre os estudos biomecânicos. Dentre as 05 pesquisas biomecânicas, o estudo de Rothbart (2006) foi o único que realizou a avaliação através da Foot Posture Index (REDMOND et al, 2006), análise visual da posição das estruturas anatômicas e testes clínicos para mensuração dos sujeitos (BAXTER, 2004 apud ROTHBART, 2006). Os demais 04 estudos (KHAMIS & YIZHAR, 2007; PINTO et al, 2008; PARKER et al, 2008; DUVAL et al, 2010), utilizaram câmeras e marcadores reflexivos fixados a pontos de referencia anatômicos para captação e análise dos movimentos através de sistemas tridimensionais, com pequenas diferenças metodológicas e entre os modelos dos sistemas utilizados. Essa análise demonstra a necessidade de melhorar a padronização da metodologia para os futuros estudos biomecânicos.

Uma limitação dos estudos biomecânicos que deve ser levada em consideração ao se fazer inferências para o campo clínico é que situações de pronação induzida por forças externas (como as plataformas inclinadas utilizadas nos estudos) em sujeitos normais enfatizam o efeito imediato nas relações entre os segmentos corporais. Isso não necessariamente significará uma condição adaptativa prolongada, ou seja, mesmo afetando a postura do indivíduo, uma pronação aumentada não irá necessariamente resultar em uma condição patológica ou dor, pois variações podem estar relacionadas a características individuais relatadas por Khamis & Yizhar (2007), como o ângulo de anteversão do fêmur, a orientação acetabular, o alinhamento da coluna lombar e a rigidez e flexibilidade dos tecidos moles. Essa variabilidade pode explicar em parte os achados de Parker et al (2008), nos quais alterações induzidas nos pés produziram efeitos diversos na lordose lombar, variando de indivíduo para indivíduo. Além disso, nos estudos em que não foram evidenciadas alterações imediatas na lombar decorrentes da pronação induzida, também não se pode descartar a possibilidade de que a longo prazo, pequenas alterações que não foram significativas nos estudos possam ter um efeito acumulativo que venha a ser significativo. A partir desse conjunto de informações favoráveis e contrárias, conclui-se que a literatura ainda é inconsistente para afirmação das relações biomecânicas entre a pronação excessiva e alterações na curvatura lombar.

4.3 Análise dos estudos clínicos e do estudo biomecânico com intervenção clínica

Os 02 estudos clínicos (BRANTINGHAM et al, 2006; BRANTINGHAM et al, 2007) não identificaram relação significativa entre pronação e ocorrência de dor lombar, porém o estudo biomecânico com intervenção clínica (ROTHBART & ESTABROOK, 1988) e o estudo de caso (CIBULKA, 1999) encontraram correlação entre estas variáveis. Associado a essa divergência de resultados, vale ressaltar que estes estudos apresentaram grande variabilidade metodológica e limitações que comprometeram a validade das conclusões sobre o assunto. Entre os estudos clínicos favoráveis à relação entre pronação e dor lombar, o estudo biomecânico com intervenção clínica de Rothbart & Estabrook (1988) não utilizou grupo controle para estabelecer comparações e o estudo de Cibulka (1999), por se tratar de um estudo de caso, tem a generalização de seus resultados limitada, pois o indivíduo poderia estar sujeito a diversas variáveis não controladas que podem ter afetado os resultados observados. Por outro lado, os estudos contrários à relação entre pronação e dor lombar (BRANTINGHAM et al, 2006; BRANTINGHAM et al, 2007) foram estudos transversais, que por suas próprias características não possibilitam inferências sobre causa e efeito entre o movimento do pé e a dor lombar.

Assim, pode-se dizer que ainda não há sustentação científica que justifique uma intervenção voltada para o controle da pronação aumentada nos pacientes com dor lombar ou para a implementação de medidas preventivas em indivíduos assintomáticos com padrões de pronação excessiva. Essa análise é concordante com o estudo de Sahar et al (2009) que realizou uma revisão sistemática de ensaios clínicos aleatorizados com o objetivo de verificar a eficácia do uso de órteses para prevenção e/ou tratamento da dor lombar. Estes autores concluíram que há poucos estudos de qualidade sobre o tema e que até o momento não há evidências para o uso de órteses para prevenir a lombalgia, da mesma forma que a prescrição destas para o tratamento também não é sustentada. Isto aponta a necessidade de que se pesquise mais a respeito. A dor lombar é uma condição clínica heterogênea e multifatorial, e muitos dos estudos científicos não tem feito uma classificação destes pacientes considerando os padrões específicos de cada indivíduo (regras de predição clínica), portanto é esperado que os resultados sejam, muitas vezes, heterogêneos.

5 CONCLUSÃO

Este estudo concluiu que a literatura é muito limitada e inconsistente para afirmação das relações biomecânicas entre a pronação excessiva e alterações na curvatura lombar, e das relações clínicas entre pronação excessiva e dor lombar. A partir dos achados desta revisão, é essencial que mais estudos de alta qualidade metodológica e que considerem as particularidades de subgrupos de indivíduos com dor lombar sejam realizados para investigar as relações entre a pronação excessiva e a ocorrência de lombalgia com melhor acurácia. A inobservância desses aspectos, considerando a complexidade multifatorial da lombalgia inespecífica, pode levar a perpetuação de cenários divergentes e inconclusivos. Entre as futuras pesquisas necessárias, é importante que sejam tanto estudos de análise biomecânica quanto estudos clínicos. A abordagem atual do paciente com dor lombar, dado que a literatura não provê suporte para generalizações, deve ser individualizada e criteriosa, buscando testar as hipóteses levantadas na avaliação que expliquem a origem da dor lombar, dentre as quais ainda não se pode excluir as alterações nos movimentos dos pés.

REFERÊNCIAS

AIRAKSINEN, O.; BROX, J.I.; CEDRASCHI, C.; et al. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. **European Spine Journal**. v. 15, n. 2, p.192-300. 2006.

BAXTER, R.E. **Pocket guide to musculoskeletal assessment**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 2004 apud ROTHBART, B.A. Relationship of functional leg-length discrepancy to abnormal pronation. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. v. 96, n. 6, p.499-504, Nov-Dec., 2006.

BOSWELL, M.V.; TRESKOT, A.M.; DATTA, S.; et al. Interventional techniques: evidence-based practice guidelines in the management of chronic spinal pain. **Pain Physician**. v. 10, n. 1, p.7-111, Jan., 2007.

BRANTINGHAM, J.W.; ADAMS, K.J.; COOLEY, J.R.; et al. A single-blind pilot study to determine risk and association between navicular drop, calcaneal eversion, and low back pain. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**. v. 30, n.5, p.380-385, 2007.

BRANTINGHAM, J.W.; GILBERT, J.L.; SHAIK, J.; et al. Sagittal plane blockage of the foot, ankle and halux and foot alignment-prevalence and association with low back pain. **Journal of Chiropractic Medicine**. v. 5, p.123-127, 2006.

CIBULKA, M.T. Low back pain and its relation to the hip and foot. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 29, n. 10, p.595-601, 1999.

DUVAL, K.; LAM, T.; SANDERSON, D. The mechanical relationship between the rearfoot, pelvis and low-back. **Gait & Posture**, v. 32, n. 4, p.637-640, 2010.

FRANETTOVICH, M.; CHAPMAN, A.; BLANCH, P. et al. A physiological and psychological basis for anti-pronation taping from a critical review of the literature. **Sports Medicine**. v. 38, n. 8, p.617-631, 2008.

GURNEY, B. Leg length discrepancy. **Gait & Posture**. v. 15, n. 2, p.195-206, 2002.

HAIGHT, HJ; DAHM, D.L; SMITH, J; et al. Measuring standing hindfoot alignment: reliability of goniometric and visual measurements. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 86, p.571-575, 2005.

KADABA, M.P.; RAMAKRISHNAN, H.K.; WOOTTEN, M.E. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. **Journal of Orthopaedic Research**. v. 8, n. 3, p.383-392, 1990.

KENT, P.; MJOSUND, H.L.; PETERSEN, D.H.D. Does targeting manual therapy and/or exercise improve patient outcomes in nonspecific low back pain? A systematic review. **BMC Medicine**. v. 8, n. 22, 1-15, 2010. Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/8/22>. Acesso em 14 Out. 2010.

KHAMIS, S.; YIZHAR, Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. **Gait & Posture**. n. 25, p.127-134, 2007.

KOES, B.W.; VAN-TULDER, M.; LIN, C.W.C.; et al. An updated overview of clinical guidelines for management of non-specific low back pain in primary care. **European Spine Journal**. Jul., 2010. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/a2973k533255231q/fulltext.pdf>. Acesso em 23 Nov. 2010.

KOSASHVILI, Y.; FRIDMAN, T.; BACKSTEIN, D.; et al. The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. **Foot Ankle International**. v. 29, n. 9, p. 910-913, 2008.

LEVINE, D.; WHITTLE, M.W. The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 24, n. 3, p.130-135, Sep., 1996.

LÓPEZ-ROJAS, P.; AGUILAR-SALINAS, A. SALINAS-TOVAR, S.; et al. Disabling spondiloartrosis risk factors in valley of Mexico workers. **Archives of Medical Research**. v. 33, p.495-498, 2002.

MACHADO, L.A.C.; KAMPER, S.J.; HERBERT, R.D.; et al. Analgesic effects of treatments for non-specific low back pain: a meta-analysis of placebo-controlled randomized trials. **Rheumatology**. v. 48, n. 5, p.520-527, May., 2009.

MAGEE, D.J. **Orthopedic physical assessment**. 3. ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1997. p. 362-626.

MCCAWE, S.T; BATES, B.T. Biomechanical implications of mild leg length inequality. **British Journal of Sports Medicine**. v. 25, n. 1, p.10-13, 1999.

MCGREGOR, A.H; HUKINS, D.W.L. Lower limb involvement in spinal function and low back pain. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**. v. 22, p.219-222, 2009.

MENZ, H.B. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. v. 88, n. 3, p.119-129, 1998.

MOLGAARD, C.; LUNDBYE-CHRISTENSEN, S.; SIMONSEN, O. High prevalence of foot problems in the Danish population: a survey of causes and associations. **The Foot**. v. 7, p.7-11, 2010.

MUELLER, M.J.; HOST, J.V.; NORTON, B.J. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. v. 83, n. 4, p.198-202, 1993.

PARKER, N.; GREENHALGH, A.; CHOCKALINGAM, N. et al. Positional relationship between leg rotation and lumbar spine during quiet standing. **Studies in Healthy Technology and Informatics**. v. 140, p.231-239, 2008.

PINTO, R.Z.A.; SOUZA, T.R.; TREDE, R.G.; et al. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. **Manual Therapy**. v. 13, p.513-519, 2008.

REDMOND, A.C.; CROSBIE, J.; OUVRIER, R.A. Development and validation of a novel rating system for scoring foot posture: the foot posture index. **Clinical Biomechanics**. v. 1, p.89-98, 2006.

ROOT, ML.; ORIEN, W.P; WEED, J.H; et al. **Biomechanical examination of the foot**. 1.ed. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation Publishers, 1971. apud ROTHBART, B.A.; ESTABROOK, D.C. Excessive pronation: a major biomechanical determinant in the development of chondromalacia and pelvic lists. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**. v. 11, n. 5, p.373-379, Oct., 1988.

ROOT, ML.; ORIEN, W.P; WEED, J.H; et al. **Clinical biomechanics, normal and abnormal function of the foot**. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation Publishers, 1977. apud CIBULKA, M.T. Low back pain and its relation to the hip and foot. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 29, n. 10, p.595-601, 1999.

ROTHBART, B.A. Relationship of functional leg-length discrepancy to abnormal pronation. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. v. 96, n. 6, p.499-504, Nov-Dec., 2006.

ROTHBART, B.A.; ESTABROOK, D.C. Excessive pronation: a major biomechanical determinant in the development of chondromalacia and pelvic lists. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**. v. 11, n. 5, p.373-379, Out., 1988.

SAHAR, T.; COHEN, M.J.; UVAL-NE'EMAN, V. et al. Insoles for prevention and treatment of back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. **Spine**. v. 34, n. 9, p.924-933, 2009.

SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C.; GONÇALVES, G.G.P.; et al. Aplicação da classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde (CIF) na prática clínica do fisioterapeuta. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 9, n. 2, p.129-136, 2005.

SOBEL, E.; LEVITZ, S; CASELL, M.A.; et al. Reevaluation of the relaxed calcaneal stance position: reliability and normal values in children and adults. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. v. 89, p.258-264, 1999.

WHITTLE, M.W.; LEVINE, D. Measurement of lumbar lordosis as a component of clinical gait analysis. **Gait & Posture**. v. 5, n. 2, p.101-107, 1997.