

**Letícia Trópia G. Guerzoni**

**EFEITO DO FORTALECIMENTO E ALONGAMENTO DE  
MÚSCULOS LOMBOPÉLVICOS NA POSTURA DA PELVE E DA  
COLUNA LOMBAR NO PLANO SAGITAL: revisão da literatura**

Belo Horizonte

2012

**Letícia Trópia G. Guerzoni**

**EFEITO DO FORTALECIMENTO E ALONGAMENTO DE MÚSCULOS  
LUMBOPÉLVICOS NA POSTURA DA PELVE E DA COLUNA  
LUMBAR NO PLANO SAGITAL: revisão da literatura**

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 Ortopedia.

Área de concentração: Ortopedia

Orientador: Miguel Arcanjo de Assis

Belo Horizonte

2012

G935e Guerzoni, Letícia Trópia G.  
2012 Efeito do fortalecimento e alongamento de músculos lombopélvicos na postura da pelve e da coluna lombar no plano sagital: revisão da literatura. [manuscrito] / Letícia Trópia G. Guerzoni – 2012.  
22f. enc. il

Orientador: Miguel Arcanjo de Assis

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 20-22

1. Pelve. 2. Postura humana. 3. Coluna lombar. 4. Músculos lombopélvicos. 5. Fisioterapia. I. Assis, Miguel Arcanjo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.851.3

Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

## RESUMO

A pelve e a lombar têm relação direta entre si. Movimentos no plano sagital alteram um segmento ao outro e são influenciados pela musculatura que os envolve, como a musculatura abdominal, glútea, isquiotibial, paravertebral e flexora de quadril. O objetivo deste estudo é verificar a relação entre o comprimento (flexibilidade) e a rigidez (força) da musculatura lombopélvica e a postura da pelve e da lombar de um indivíduo. **Materiais e Métodos:** 10 estudos foram eleitos para análise através da busca nas bases de dados Medline/Pubmed, LILACS e SciELO. Foram escolhidos apenas aqueles em inglês ou português, sendo dois experimentais e oito observacionais. **Resultados:** Foi encontrada divergência entre os estudos quanto à correlação entre a musculatura estudada e a inclinação pélvica e/ou lombar. Alguns observaram relação entre a diminuição da força e/ou aumento da flexibilidade da musculatura abdominal, glútea e de isquiotibiais com o aumento da inclinação pélvica anterior e/ou aumento da lordose lombar, ou então relação entre o aumento da força e/ou diminuição da flexibilidade da musculatura paravertebral, flexora de quadril e de isquiotibiais com esses mesmos segmentos. Porém, outros estudos não encontraram resultados estatisticamente significativos para essa análise. **Conclusão:** Mais estudos experimentais são necessários, principalmente visando a rigidez da musculatura ao invés de componentes isolados como força e flexibilidade.

**Palavras-chave:** anteversão pélvica, pelve, abdômen, flexores de quadril, glúteo, paravertebrais, postura, músculos lombopélvicos e coluna lombar.

## ABSTRACT

The pelvis and the lumbar spine have straight relationship between themselves. Movements on sagittal plane change each other and they are influenced by the musculature that surrounds them, like abdomen, gluteus, hamstrings, erector spinae and hip flexors. The purpose of this study is to verify the relationship between lengthening (flexibility) and stiffness (strength) of the hip muscles and the posture of the pelvis and the lumbar spine of a person. **Methods:** 10 articles were chosen to be verified by searching in the databases Medline/Pubmed, LILACS and SciELO. There have been chosen only those in English or Portuguese, and there are two experimental studies and eight observational ones. **Results:** There is a disagreement between the articles about the correlation between the muscles studied and the pelvic tilt and/or lumbar angle. Some authors observed the relationship between the decreased strength and/or increased flexibility of abdomen, gluteus and hamstrings and the increased anterior pelvic tilt or lumbar angle, or even the relationship between the increased strength and/or decreased flexibility of erector spinae, hip flexors and hamstrings and the same segments. Although, others studies didn't find results statistically significant. **Conclusions:** More experimental studies are needed, especially aiming the stiffness of the musculature instead of separated components as strength and flexibility.

**Keywords:** pelvic tilt, abdominal, hip flexors, gluteus, erector spinae, posture, hip muscles e lumbar spine.

## 1 INTRODUÇÃO

Diversos tratamentos fisioterápicos visam alterar o alinhamento da pelve e da coluna lombar no plano sagital, com a intenção de corrigir desvios posturais e tratar dores e disfunções relacionadas a síndromes posturais (1). É especulado que mudanças nesse alinhamento causem dor lombar (2, 3), uma das queixas mais frequentes na população adulta atualmente (2, 4). A coluna vertebral é composta por uma série de curvaturas fisiológicas no plano sagital, as quais fornecem força e resistência ao esqueleto axial, mas as curvaturas não são fixas, e modificam suas formas durante os movimentos e posturas diferentes (5). Algumas mudanças são consideradas normais, enquanto outras são associadas a patologias (3). Portanto, o alinhamento da pelve e da coluna lombar no plano sagital é um componente fundamental e frequente nas avaliações posturais (1), nas quais os Fisioterapeutas avaliam simetria pélvica e curvaturas da coluna para determinar possíveis alterações que possam contribuir para dores ou disfunções desses ou de outros segmentos, a fim de identificar a terapia apropriada para melhora do alinhamento postural (6).

A avaliação do alinhamento da pelve e da coluna lombar não deve ser realizada separadamente (1). Magee (7) destaca que a pelve é a chave para a postura correta da coluna. Diversos autores afirmam que há um movimento conjunto entre a pelve e a lombar no plano sagital (2, 6, 8, 9, 10) devido à relação anatômica entre elas (2), na qual a anteversão e a retroversão da pelve estariam associadas com o aumento e a diminuição, respectivamente, da lordose lombar (6, 9). Além dessa relação entre o alinhamento da pelve e da coluna lombar, a inclinação pélvica no plano sagital pode estar relacionada a outros segmentos corporais como, por exemplo, por alterações na estrutura dos membros inferiores, como pronação excessiva dos pés, rotação interna dos membros (11, 12, 13) e hiperextensão dos joelhos (14). Além disso, o comprimento e a rigidez da musculatura diretamente conectada à pelve, como músculos abdominais, flexores do quadril, glúteo máximo, ísquiotibiais e paravertebrais (7, 15) podem influenciar a postura da pelve e da coluna lombar, bem como serem influenciados por ela. Nesse caso, a remodelação dos músculos envolvidos pode alterar a postura pélvica de um indivíduo após um tratamento (5, 10).

Para se alterar a postura de um segmento ou de uma articulação, são necessárias mudanças no comprimento e na rigidez dos músculos que os atravessam (16). Esse conceito é baseado na hipótese do ponto de equilíbrio defendida por Bizzi (16), que diz que o ponto de interseção das curvas de tensão/deformação dos músculos que agem sobre uma articulação define seu ponto de equilíbrio, isto é, seu ponto de repouso. Nesse modelo, se um músculo

torna-se mais rígido ou mais curto, a posição da articulação desloca-se na direção da ação desse músculo. Se ele é, ou torna-se, menos rígido ou mais longo, a posição da articulação desloca-se no sentido oposto à sua ação, caso a rigidez e o comprimento dos músculos adjacentes se mantenham. Dessa forma, as condições de rigidez passiva e comprimento dos músculos lombo-pélvicos contribuem para a manutenção de um determinado alinhamento da pelve e coluna lombar.

A postura dos segmentos corporais também depende de como eles resistem a forças externas que tendem a deslocá-los (17). A rigidez da articulação e a rigidez e comprimento dos músculos que a atravessam determinam sua capacidade de resistir a essas demandas externas, isto é, às forças que são produzidas fora do corpo (17). Essas forças normalmente são originadas da gravidade, que exerce uma tração sobre a massa de um segmento do corpo, ou de uma carga externa (peso livre ou contato físico) (5). Dependendo da magnitude da demanda sobre a rigidez de uma articulação, os mecanismos passivos podem ser suficientes para resistir a movimentos indesejáveis ou manter uma dada postura (18). Quando a contração muscular é necessária para produzir maior rigidez, os componentes ativos e passivos tornam-se complementares (19, 20, 21). Portanto, para a articulação resistir a um torque interno ou externo, o músculo pode reagir ativamente através da sua contração, e passivamente através da sua rigidez passiva e da rigidez de outras estruturas que circundam a articulação (22, 23), promovendo maior estabilidade (24). No caso da manutenção da postura, o tônus postural, e a resistência gerada pelo tronco, são tanto tonicamente quanto estaticamente regulados no corpo humano, mesmo durante uma postura estática (22).

Considerando que a posição ortostática é mantida pelos músculos relaxados e também pelos músculos ativos, a rigidez total de um músculo é formada pela sua rigidez passiva e seu componente ativo (18). A rigidez passiva é definida como a resistência oferecida pelo músculo a uma deformação (alongamento) imposta sobre ele, enquanto está em repouso (25). Ela está relacionada com a área de secção transversa e o comprimento do músculo (25). Quanto maior for área de secção transversa e/ou menor comprimento do músculo, maior será sua rigidez passiva (25). Já a tensão ativa é gerada quando os filamentos de actina e miosina se sobrepõem, e a capacidade de gerar tensão (força muscular) depende da quantidade de ligações transversas que ocorrem simultaneamente (5). Quanto maior a área de secção transversa do músculo, maior sua capacidade de gerar tensão (25). O comprimento muscular, por sua vez, está relacionado com o número de sarcômeros em série do músculo, sendo que músculos menores possuem menos sarcômeros em série (25). Dessa forma, para induzir

alterações nessas propriedades musculares é necessário interferir na estrutura muscular, alterando sua área de secção transversa e/ou no número de sarcômeros em série.

As propriedades musculares de rigidez e comprimento geralmente não são avaliadas de forma direta em estudos que investigam a relação de músculos e alinhamento postural. Em contrapartida, a flexibilidade e a força muscular, facilmente mensuradas por meio de diversos testes clínicos, são frequentemente avaliados nesses estudos. A flexibilidade está relacionada ao comprimento e a rigidez muscular, sendo que uma menor flexibilidade pode indicar um músculo menor e/ou mais rígido (25). Já a força muscular está relacionada à capacidade do músculo gerar tensão ativamente (5), além de estar relacionada à sua área de secção transversa, que se relaciona com a rigidez (25). Um músculo mais forte, ou que passa por um programa de fortalecimento, além de ser mais capaz de mudar a postura ativamente, pode ter maior área de secção transversa e conseqüentemente ser mais rígido (22, 24, 25). Assim, mudanças induzidas nesses componentes musculares poderiam alterar a postura lombopélvica.

Dessa forma, baseado na posição anatômica e funcional dos músculos lombopélvicos, e no seu potencial de ação na pelve, diversos fisioterapeutas assumem que o tamanho da lordose lombar e o grau de inclinação pélvica na postura ortostática são associados à flexibilidade e à força da musculatura lombopélvica (10, 15). Eles relacionam diretamente a orientação da pelve aos desequilíbrios posturais e à rigidez da musculatura pélvica (15). Dessa maneira, é especulado que a lordose lombar acentuada seja causada pela fraqueza (2, 5, 9, 10) e/ou aumento da flexibilidade (10) da musculatura abdominal, fraqueza glútea (5, 9) e aumento da flexibilidade de isquiotibiais (2, 26, 27). Assim como pela diminuição da flexibilidade de flexores de quadril (2, 5) e força aumentada (10) e/ou diminuição da flexibilidade de extensores do tronco (5, 10). A relação dos isquiotibiais com a postura da pelve e coluna lombar é contraditória até no campo teórico. Alguns autores consideram que, pela sua inserção nos ísquios, seu encurtamento ou contração, na postura ortostática, causaria uma anteversão da pelve (28) e outros, que causaria retroversão (2, 5, 27) ou citam que essa seria uma opinião comum nas clínicas (26). Em suma, segundo Magee (7), para que a pelve tenha um bom alinhamento com os fêmures, os músculos abdominais, flexores de quadril, extensores de quadril e extensores das costas precisam ser fortes, flexíveis e equilibrados.

Apesar dessa relação entre inclinação pélvica na postura ortostática e flexibilidade da musculatura lombo-pélvica ser amplamente aceita, essa questão não é suficientemente suportada, e não há comprovação de influência significativa (15). Alguns investigadores já encontraram que não há associação entre angulação da inclinação pélvica, lordose lombar e

força ou flexibilidade da musculatura abdominal (2, 10), ou flexibilidade do iliopsoas (2). Dessa forma, o objetivo do presente estudo é verificar a relação entre a flexibilidade e a força da musculatura lombopélvica e a postura da pelve e da lombar de um indivíduo. Para tal, foi realizada uma busca na literatura por estudos que testaram se essa relação é válida.

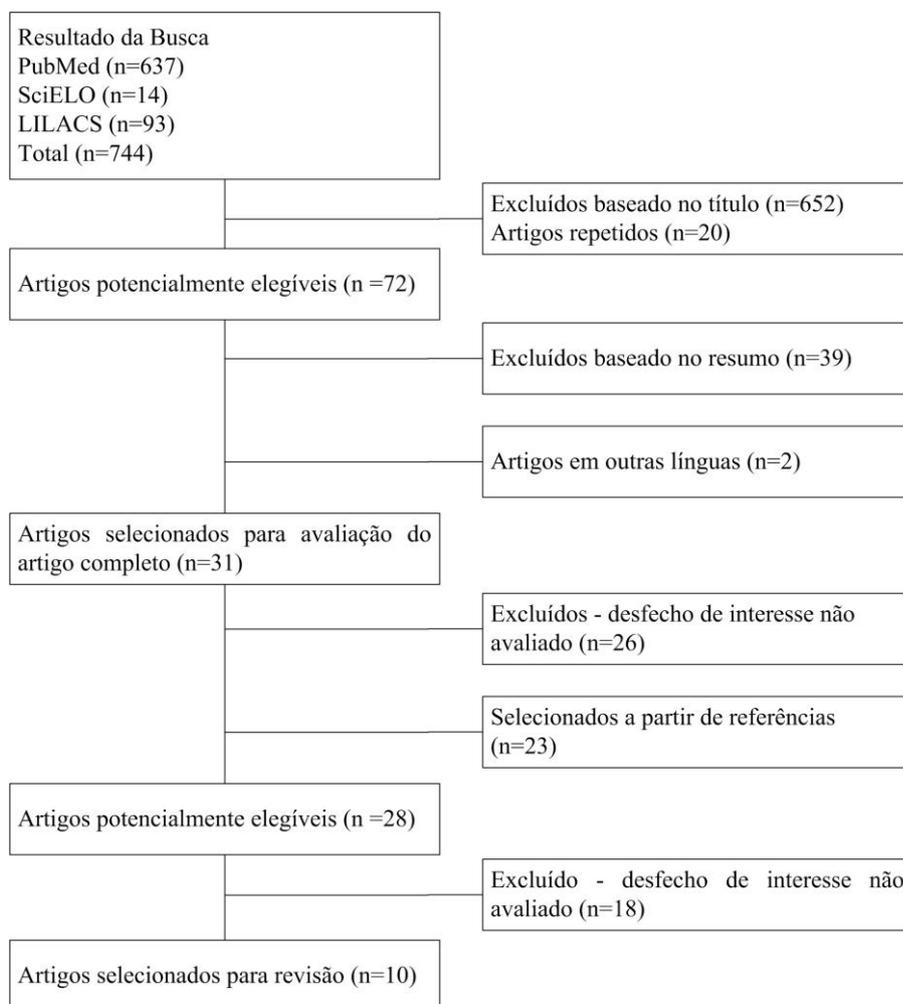
## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizada uma busca nas bases de dados Medline/Pubmed, LILACS e SciELO. No Medline foram utilizadas as seguintes palavras-chave: pelvic tilt, abdominal, hip flexors, gluteus, erector spinae, posture, hip muscles e lumbar spine. Nas bases LILACS e SciELO foram utilizadas: postura, pelve, coluna lombar e anteversão pélvica. A busca de artigos foi realizada durante todo o período de elaboração da revisão. Não houve restrição quanto à data de publicação dos artigos, mas houve quanto ao idioma, incluindo apenas artigos em inglês ou português.

Os artigos selecionados fizeram intervenções através de fortalecimento e/ou alongamento da musculatura lombo-pélvica, tendo como desfecho a alteração da postura da pelve e/ou da coluna lombar, ou apenas observaram a relação da força e/ou flexibilidade do músculo nessa postura. Não houve restrição quanto aos participantes ou método de medida do desfecho.

### 3 RESULTADOS

A busca resultou em um total de 744 artigos, porém dentre esses 20 eram repetidos. Através da leitura dos títulos e resumos 693 foram excluídos, sendo dois em francês. Através da leitura na íntegra, mais 26 estudos foram excluídos por não avaliarem a relação entre a musculatura lombo-pélvica e a postura da pelve e/ou coluna lombar. A partir da consulta às referências bibliográficas dos estudos selecionados, mais 23 artigos foram selecionados, sendo 18 excluídos por não terem o desfecho de interesse avaliado. Dessa forma, foram incluídos nessa revisão, 10 artigos (Figura 1). A Tabela 1 apresenta as características dos estudos selecionados, assim como os desfechos encontrados relacionados à postura da pelve e da lombar no plano sagital.



**FIGURA 1-** Fluxograma da busca de artigos

Os estudos foram divididos de acordo com seu desenho entre os experimentais e os observacionais. No primeiro grupo foram extraídos dos artigos características da amostra, método de avaliação da postura lombar e/ou pélvica, características da intervenção, e método e período da reavaliação (QUADRO 1). No segundo grupo foram extraídos dos artigos características da amostra, método de avaliação da postura e método de avaliação da musculatura (QUADRO 2).

**QUADRO 1**

Estudo	Amostra	Método de avaliação da postura	Características da intervenção	Tempo de Intervenção	Reavaliação
Alvim, FC, <i>et al.</i> (2010)	*10 mulheres *23,5 ± 1,08 anos *IMC: 21,13 ± 21,46Kg/m <sup>2</sup>	*Fotografia para calcular angulação da pelve com marcação na EIAS e EIPS.	*Contração isométrica voluntária máxima do glúteo máximo	*1 dia *1 contração com 50% da carga máxima até a fadiga	*Realizada no mesmo dia através de fotografia
Barbosa, AC, <i>et al.</i> (2009)	*10 mulheres *20 a 35 anos	*Biofotogrametria computadorizada com marcações na EIAS e EIPS para mensurar a angulação pélvica em relação à horizontal.	*Exercício excêntrico de quadríceps. *Exercício concêntrico de isquiotibiais.	*5 semanas *3 sessões semanais *3x10 repetições de cada exercício.	*Realizada após todo o tratamento através de biofotogrametria computadorizada

**QUADRO 2**

Estudo	Amostra	Método de avaliação da postura	Método de avaliação da musculatura
Walker, ML, <i>et al.</i> (1987)	*31 indivíduos, 23 mulheres e 8 homens *23,9 ± 3,8 anos	*Inclinômetro com braços nas EIAS e EIPS para medir inclinação pélvica. *Curva flexível para medir lordose lombar e calcular altura e comprimento da curva.	*Doble Leg Lowering (Kendall and McCreary modificado) para testar força da musculatura abdominal.
Gajdosik, RL; Albert, CR; Mitman, JJ (1994)	*30 homens *23,3 ± 4,1 anos *178,6 ± 7,2 cm *77,5 ± 10,7 Kg	*Marcações na coxa e na crista ilíaca para calcular inclinação pélvica. *Fotografia em perfil direito com marcações em T12-L1 e crista ilíaca para calcular lordose lombar.	*Straight Leg Raising para avaliação da flexibilidade dos isquiotibiais.
Youdas, JM, <i>et al.</i> (1996)	*90 indivíduos, 45 mulheres e 45 homens *Mulheres: 58,9 ± 8,8 anos, 161,3 ± 5,8cm e 67,8 ± 13,4 Kg. *Homens: 54,8 ± 8,5 anos, 175,3 ± 7,4cm e 82,1 ± 13,7Kg.	*Inclinômetro apoiado sobre o sacro para medir inclinação pélvica. *Curva flexível com pontos marcados em T12, L4 e S2 para calcular através de retas a lordose lombar.	*Curva flexível e marcação de pontos na coluna em flexão para avaliar indiretamente a flexibilidade de paravertebrais. * Curva flexível e marcação de pontos na coluna em extensão da coluna para medir indiretamente a flexibilidade da musculatura abdominal. *Double Leg Lowering para avaliar força da musculatura abdominal por meio de goniômetro. *Teste de Thomas para medir

			flexibilidade da musculatura flexora uniarticular do quadril por meio de goniômetro. (Kendall <i>et al</i> )
Pinto, RR, <i>et al.</i> (2000)	*50 indivíduos, 45 mulheres e 5 homens *22,08 ± 2,08 anos	*Radiografia da coluna em perfil com retas traçadas a partir de L1 e S1 para mensurar lordose lombar.	*Esfigmomanômetro para medir força da musculatura abdominal (Helewa <i>et al</i> ).
Pondofe, KM, <i>et al.</i> (2006)	*18 mulheres *Entre 20 e 30 anos *IMC entre 18,5 e 25kg/m <sup>2</sup>	*Radiografia da coluna em perfil com mensuração da lordose lombar.	*Sustentação de 5 segundos para medir força da musculatura abdominal e paravertebral (Hislop e Montgomery).
Heino, JG, <i>et al.</i> (1990)	*25 indivíduos, 15 mulheres e 10 homens *25 ± anos *62,3 ± Kg	*Inclinômetro com braços nas EIAS e EIPS para medir inclinação pélvica. *Curva flexível com pontos marcados em L1 e S2 para calcular através de retas a lordose lombar.	*Teste de Thomas modificado para mensurar a flexibilidade dos flexores de quadril com goniômetro (Godges <i>et al</i> ). *Double Leg Lowering para verificar a força da musculatura do abdômen
Tanaka, T. (2005)	39 homens	*Fotografia do perfil com marcações na EIAS e EIPS para calcular inclinação pélvica.	*Teste de Thomas para avaliar flexibilidade da musculatura flexora do quadril uni e biarticular. *Teste de extensão ativa do joelho para avaliar flexibilidade dos isquiotibiais.
Toppenberg, RM; Bullock, MI (1986)	103 mulheres	*Inclinômetro com braços na EIPS e sínfise púbica para medir inclinação pélvica. *Inclinômetro apoiado sobre T12-L1 e L5-S1 para medir angulação da coluna na região e depois calcular lordose lombar.	*Flexão completa da coluna para medir flexibilidade dos paravertebrais com inclinômetro. *Máxima extensão da coluna para medir a flexibilidade da musculatura abdominal com inclinômetro. *Flexão de quadril para medir a flexibilidade do glúteo com goniômetro. *Teste de Thomas para avaliar flexibilidade da musculatura flexora do quadril uni e biarticular através de goniômetro. * Flexão de quadril e extensão de joelho para medir flexibilidade dos isquiotibiais com goniômetro.

Os resultados dos artigos foram descritos e agrupados. Aqueles que testaram a relação da flexibilidade ou força de cada músculo com o alinhamento postural separadamente foram descritos de acordo com a musculatura observada. Já aqueles que descreveram a relação dos músculos de forma conjunta com o desfecho postural foram descritos por artigo para uma melhor visão do contexto.

### 3.1 Artigos com apenas uma variável

#### 3.1.1 Artigo relacionado ao glúteo máximo

Alvim *et al.* (9) realizaram um protocolo de fadiga de glúteo máximo unilateral a partir da contração a 50% da carga máxima, e demonstraram haver um aumento significativo ( $p= 0,004$ ) na anteversão da hemipelve trabalhada, de  $17,58^\circ \pm 3,60^\circ$  para  $19,93^\circ \pm 4,20^\circ$  e um aumento significativo ( $p= 0,029$ ) da assimetria entre elas, antes e depois do protocolo, de  $0,97^\circ \pm 2,89^\circ$  para  $2,54^\circ \pm 3,15^\circ$ .

#### 3.1.2 Artigos relacionados à musculatura abdominal

Walker *et al.* (29) através da medida da inclinação pélvica, da lordose lombar e do teste de força abdominal, verificaram que não houve correlação entre aumento da lordose lombar, aumento da angulação pélvica e diminuição da força abdominal. Entretanto, o teste de função muscular abdominal apresentou apenas confiabilidade moderada intra-examinador (ICC. 71).

Youdas *et al.* (10) encontraram, entre as mulheres, uma associação significativa entre a diminuição da força da musculatura abdominal ( $p<.001$ ) com o aumento da inclinação pélvica em anteversão, além de uma associação entre aumento da flexibilidade da musculatura abdominal com o aumento da lordose lombar ( $P=.001$ ). Entre os homens foi demonstrado que o aumento da flexibilidade da musculatura abdominal ( $P=.002$ ) é associada com o aumento da lordose lombar. Porém em ambos os casos, a força da musculatura abdominal não foi associada à lordose lombar.

Pinto *et al.* (30) não encontraram correlação significativa entre o aumento da lordose lombar, medido através de radiografia, e a diminuição da força abdominal, medida a partir de resistência contra esfigmomanômetro no tórax dos indivíduos.

Pondofe *et al.* (31) não encontraram relação entre a diminuição de força abdominal e o aumento da lordose lombar, uma vez que 60% dos indivíduos com hiperlordose apresentaram grau 5 de força nessa musculatura.

### 3.1.3 Artigos relacionados aos isquiotibiais

Gajdosik, Albert e Mitman (26) observaram que não houve diferença significativa na inclinação pélvica e da lordose lombar entre grupos com diferentes flexibilidades dos isquiotibiais. A inclinação pélvica variou de 81,60° a 83,20° na posição ortostática e o lombar variou de 26,10° ± 28,30°.

Tanaka (15) demonstrou que não há correlação significativa entre o aumento da flexibilidade dos isquiotibiais e o aumento da inclinação pélvica em anteversão ( $r = .010$ ,  $p = .763$ ).

### 3.1.4 Artigos relacionados aos paravertebrais

Youdas *et al.* (10) encontraram, entre as mulheres, uma associação significativa entre a diminuição da flexibilidade da musculatura paravertebral ( $P = .048$ ) com o aumento da inclinação pélvica em anteversão.

Pondofe *et al.* (31) não encontraram relação significativa entre força dos paravertebrais e aumento da lordose lombar, uma vez que todos os indivíduos apresentaram grau 5 de força nessa musculatura, independente se apresentavam hiperlordose ou não.

### 3.1.5 Artigos relacionados aos flexores de quadril

Youdas *et al.* (10) demonstraram que não há relação entre a diminuição da flexibilidade de flexores de quadril uniarticulares e o aumento da lordose lombar, em homens ou mulheres.

Heino *et al.* (6) não encontraram correlação significativa entre aumento de flexibilidade de flexores de quadril, a inclinação pélvica e lordose lombar.

Tanaka (15) demonstrou que há correlação significativa entre a diminuição da flexibilidade da musculatura flexora do quadril biarticular e o aumento da inclinação pélvica em anteversão ( $r = .299$ ,  $p < .05$ ), mas não da flexibilidade da musculatura flexora uniarticular ( $r = -.131$ ,  $p = .180$ ).

### 3.2 Artigos com análises multifatoriais

Barbosa *et al.* (27) por meio do fortalecimento excêntrico do reto femoral e concêntrico dos isquiotibiais durante cinco semanas, com três sessões semanais de 3x10 repetições, para cada musculatura, demonstraram diferença significativa (valor não informado) entre as medidas da inclinação pélvica antes e depois da intervenção. A pelve teve uma redução angular de  $18,69^\circ \pm 1,83^\circ$  para  $12,05^\circ \pm 2,21^\circ$ , o que significa que o ângulo de anteversão dos indivíduos diminuiu com o fortalecimento dos isquiotibiais e com o aumento da flexibilidade do reto femoral.

Youdas *et al.* (10) demonstraram que há uma associação no modelo multivariado entre o aumento da flexibilidade da musculatura abdominal e o aumento da lordose lombar, em homens e mulheres, e entre a diminuição da força dessa musculatura e o aumento da anteversão, em mulheres. Mas a associação entre flexibilidade da musculatura paravertebral e a inclinação pélvica não foi significativa no modelo multivariado.

Toppenberg e Bullock (28) revelaram que a flexibilidade de toda musculatura testada junta (paravertebral, abdominal, glútea, flexora uni e biarticular do quadril e isquiotibiais) é uma boa preditora da lordose lombar, representando 21,5% da variação da lordose. Sendo que a flexibilidade isolada da musculatura paravertebral, abdominal e de isquiotibiais apresentou os melhores preditores entre elas. O aumento da flexibilidade da musculatura abdominal apresentou correlação positiva ( $r=.209$ ,  $p<0,05$ ) e os isquiotibiais ( $r= -0,213$ ,  $p<0,05$ ) e paravertebrais ( $r= -0,24$ ,  $p<0,05$ ) apresentaram correlação negativa com o aumento da lordose lombar. Entretanto, nenhuma musculatura mostrou ser significativamente relevante na relação com a inclinação pélvica, apresentando apenas 5,2% de variação na pelve, com  $r$  variando entre -0,041 e 0,109).

## 4 DISCUSSÃO

Essa revisão da literatura teve como objetivo verificar a relação da musculatura lombopélvica e a postura da pelve e da coluna lombar. Na prática clínica, Fisioterapeutas assumem que musculaturas abdominal, glútea e isquiotibial fortes são capazes de retroverter a pelve e diminuir a lordose lombar (2, 5, 9, 10, 26, 27). Da mesma maneira, as musculaturas paravertebral e flexora de quadril com flexibilidade diminuída são capazes de anteverter a pelve e aumentar a lordose lombar (2, 5, 10, 28). Usualmente, medidas são adotadas para modificar essa postura e conseqüentemente corrigir alterações nos segmentos adjacentes, como a coluna vertebral, ombros e membros inferiores, devido à interconexão dos segmentos corporais (32). Autores hipotetizam que haja essa correlação capaz de modificar a postura da pelve e da lombar no plano sagital (2, 5, 9, 10, 15, 26), mas diversos estudos ainda encontram resultados diferentes do esperado (2, 6, 10, 15, 26, 28, 29, 30, 31).

Os estudos selecionados nessa revisão apresentaram resultados contraditórios, o que pode ter ocorrido devido a questões metodológicas. Primeiro, os métodos de avaliação da força e flexibilidade muscular foram muito diferentes entre os estudos. Para mensurar a força da musculatura abdominal, por exemplo, foram utilizados os testes Double Leg Lowering (6, 10, 29), teste do esfigmomanômetro modificado (30) ou ainda a mensuração por meio da sustentação em isometria por cinco segundos (31). Além disso, alguns estudos apresentaram confiabilidade baixa ou moderada de alguns testes realizados (10, 29) ou nem realizaram medidas de confiabilidade dos testes aplicados (28, 30, 31). Além disso, apesar de alguns estudos terem encontrado altos valores de ICC, vários testes podem não ter medido a força ou flexibilidade de maneira adequada. Alguns estudos (10, 28), por exemplo, apesar de terem encontrado relações significativas entre a postura e flexibilidade da musculatura paravertebral e abdominal, mensuraram essas variáveis de forma indireta, por meio da medida da máxima flexão e extensão da coluna. Esses testes não são relatados como válidos nesses estudos, e aparentam medir mais a amplitude de movimento dos segmentos da coluna do que efetivamente a flexibilidade muscular.

A maioria dos estudos observacionais não encontrou relação entre força muscular e o alinhamento postural. Isso pode ter ocorrido devido aos estudos terem avaliado a força muscular sem considerar em qual posição a musculatura foi testada, se em posição mais encurtada ou mais alongada. É reconhecido que os músculos têm um comprimento ótimo para produzir força e perdem essa capacidade à medida que são encurtados ou alongados. Embora um músculo possa desenvolver força em uma posição específica, ele pode ser fraco na

posição adequada para modificar efetivamente a postura. Se a musculatura abdominal e glútea, por exemplo, for forte, mas num comprimento longo ela não será capaz de puxar a pelve em anteversão e diminuir a lordose lombar. Mas se for forte e curta (rígida), a postura será alterada pelo tensionamento dessa musculatura. Assim, os estudos que mesuraram a força isométrica (30, 31), por exemplo, podem ter mensurado a força muscular em comprimentos onde eles se apresentavam fortes, mas não no comprimento onde eles deveriam ter capacidade de desenvolver força muscular.

A despeito da escassez de resultados positivos nesses estudos observacionais, foram encontrados dois estudos experimentais que demonstraram mudanças no alinhamento da pelve após intervenções de fortalecimento e indução de fadiga muscular. Isso pode ter ocorrido devido ao fato das intervenções terem modificado efetivamente a estrutura muscular ou sua capacidade de gerar força em toda a amplitude. Alvim *et al.* (9) realizaram um teste de fadiga do glúteo máximo e foi verificado que essa musculatura é capaz de interferir na postura pélvica. No caso de Barbosa *et al.* (27), foi feito um fortalecimento concêntrico de isquiotibiais e excêntrico de reto femoral e foi encontrada uma diminuição da anteversão após o tratamento. Esses resultados podem ter ocorrido por terem gerado alteração efetiva na tensão ativa do músculo, no primeiro caso, e na tensão ativa e/ou passiva no segundo, e conseqüentemente na sua rigidez muscular. Assim, o posicionamento da pelve foi alterado ao se realizar uma modificação real das propriedades de um grupo muscular lombopélvico.

Diferentemente dos resultados de estudos observacionais que avaliaram a força muscular, alguns estudos encontraram relação significativa entre o alinhamento e a flexibilidade de músculos lombopélvicos. Foram encontradas relações entre diminuição da flexibilidade de flexores de quadril biarticulares e aumento da anteversão (15, 27), diminuição da flexibilidade da musculatura abdominal e aumento da lordose lombar (10), diminuição da flexibilidade de paravertebrais e aumento da anteversão (10), e uma relação multifatorial da flexibilidade da musculatura paravertebral, abdominal, glútea, flexora uni e biarticular do quadril e isquiotibiais com a lordose lombar (28). Entretanto, alguns estudos não encontraram relações significativas (6, 10, 15, 26, 28). Portanto, a relação entre a flexibilidade muscular e a postura da pelve e coluna lombar ainda é questionável.

Diante do fato de apenas alguns estudos encontrarem uma relação significativa entre um ou outro músculo e o alinhamento postural, alguns autores alegam que esses resultados negativos ocorre provavelmente devido à influência de diversos fatores complexos, e não apenas de musculaturas isoladas (10). Além disso, nos estudos que encontraram relações significativas, os coeficientes de correlação encontrados são baixos, indicando que a força ou

flexibilidade de um músculo isolado pouco determina a postura. Isso sugere que cada grupo muscular, individualmente, pode não ser o responsável pela alteração na postura da pelve do indivíduo, mas que a interação de diversos músculos lombopélvicos, em conjunto, pode determinar melhor a postura lombopélvica. Toppenberg e Bullock (28) através de uma análise multifatorial demonstraram que a flexibilidade de toda musculatura testada junta (paravertebral, abdominal, glútea, flexora uni e biarticular do quadril e isquiossurais) foi uma boa preditora da lordose lombar. Dessa forma, podemos concluir que o que interfere na pelve é a rigidez e o comprimento de toda a musculatura lombopélvica, em conjunto (10, 15).

Embora o equilíbrio entre as estruturas lombopélvicas seja importante na determinação da postura, é provável que fatores não musculares, como o alinhamento dos membros inferiores e do tronco superior, também sejam os responsáveis pela alteração no alinhamento lombopélvico. A pronação excessiva dos pés, por exemplo, pode promover uma rotação interna de todo o membro inferior (11, 12, 13), causando uma hiperextensão dos joelhos (14) e possivelmente uma anteversão pélvica com aumento da lordose lombar. Em outro caso, por exemplo, um indivíduo que desenvolve uma protrusão de ombros e cabeça, associada a uma grande cifose torácica, pode desenvolver uma retroversão da pelve (33). Nesses casos, é possível que esses fatores não locais é que determinem primariamente o alinhamento pélvico e lombar, levando secundariamente à adaptação da musculatura lombopélvica, em longo prazo, que irá desenvolver padrões de comprimento e rigidez muscular compatíveis com o posicionamento da pelve.

## **5 CONCLUSÃO**

Apesar de muito utilizado na prática clínica, a influência da flexibilidade e força dos músculos lombopélvicos no posicionamento da pelve em neutro não é completamente aceita por vários autores. Diversos estudos observacionais demonstraram que essa correlação não existe. Porém, há um déficit na literatura por estudos experimentais e estudos que investiguem a rigidez da musculatura, ao invés da sua força isoladamente.

Dessa forma, mais estudos são necessários, com metodologias confiáveis e mensurações válidas, que priorizem análises multifatoriais, investigando a relação da rigidez e comprimento dos músculos lombopélvicos, em conjunto, e de fatores não locais, com a postura da pelve e da coluna lombar.

## REFERÊNCIAS

- (1) LEVINE, D; WHITTLE, M. W. The effects of pelvic tilt movement on lumbar lordosis in the standing position. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 24, n. 3, p. 130-35, Set. 1996.
- (2) NOURBAKHS, M. R; ARAB, A. M. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 32, n. 9, p. 447-60, Set. 2002.
- (3) CHRISTIE, H. J; KUMAR, S; WARREN, S. A. Postural aberrations in low back pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 76, p. 218-24, 1995.
- (4) EVCIK, D; YÜCEL, A. Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. **Rheumatology International**, v. 23, p. 163-65, 2003.
- (5) NEUMANN, D. D. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- (6) HEINO, J. G. *et al.* Relationship between hip extension range of motion and postural alignment. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 12, n. 6, p. 243-47, Dez. 1990.
- (7) MAGEE, D. J. **Avaliação musculoesquelética**. 5.ed. Barueri: Manole, 2010.
- (8) DAY, J. W; SMIDT, G. L; LEHMANN, T. Effect of pelvic tilt on standing posture. **Physical Therapy**, v. 64, n. 4, p. 510-16, Abr. 1984.
- (9) ALVIM, F. C. *et al.* Influência da porção extensora do músculo glúteo máximo sobre a inclinação da pelve antes e depois da realização de um protocolo de fadiga. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 206-13, Mai/Jun. 2010.
- (10) YODAS, J. W. *et al.* Lumbar lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. **Physical Therapy**, v. 76, n. 10, p. 1066-81, Out. 1996.
- (11) KHAMIS, S; YIZHAR, Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. **Gait & Posture**, v. 25, p. 127-134, 2007.
- (12) ROTHBART, B. A; ESTABROOK, L. **Journal os Manipulative ans Physiological Therapeutics**, v. 11, n. 5, p. 373-79, 1988.
- (13) PINTO, R. Z. A. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. **Manual Therapy**, v. 13, p. 513-19, 2008.
- (14) NGUYEN, A. D; SHULTZ, A. J. Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 5, p. 511-18, 2009.

- (15) TANAKA, T. **Relationship between hip muscle length, hip joint angle, and pelvic tilt in static standing posture among college-aged healthy Caucasian and eastern Asian males**. 2005. 86 f. Tese (Master of Science in Kinesiology) – Department of Kinesiology, Michigan State University, 2005.
- (16) BIZZI, E. *et al.* Does the nervous system use equilibrium point control to guide single and multiple joint movements. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 15, p. 603-15, 1992.
- (17) LATASH, M. L; ZATSIORSKY, V. M. Joint stiffness: myth or reality? **Human Movement Science**, v. 12, n. 6, p.653-92, p. 1993.
- (18) LORAM, I. D; MAGANARIS, C. N; LAKIE, M. The passive human calf muscles in relation to standing: the non-linear decrease from short range to long range stiffness. **The Journal of Physiology**, v. 584, n. 2, p. 661-75, 2007.
- (19) SALSICH, G. B; MUELLER, M. J. Effect of plantar flexor muscle stiffness on selected gait characteristics. **Gait and Posture**, v.11, n. 3, p. 207-16, 2000.
- (20) MORITZ, C. T; FARLEY, C. T. Passive dynamics change leg mechanics for an unexpected surface during human hopping. **Journal of Applied Physiology**, v.97, n. 4, p. 1313-22, 2004.
- (21) FONSECA, S. T; OCARINO, J. M; SILVA, P. L. P. Ajuste da rigidez muscular via sistema fuso-muscular-gama: implicações para o controle da estabilidade articular. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 8, n. 3, p. 187-195, 2004.
- (22) GURFINKEL, V. *et al.* Postural muscle tone in the body axis of healthy humans. **Journal of Neurophysiology**, v. 96, p. 2678-87, 2006.
- (23) OBUSEK, J. P; HOLT, K. G; ROSENSTEIN, R. M. The hybrid mass-spring pendulum model of human leg swinging: stiffness in the control of cycle period. **Biological Cybernetic**, v. 73, n. 2, p. 139-47, 1995.
- (24) PANJABI, M. M. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. **Journal of Spine Disorders & Techniques**, v. 5, n. 4, Ago 1992.
- (25) TAKAHASHI, H. C; ASSIS, M. A. **Os efeitos do fortalecimento excêntrico e em posições específicas sobre as características musculares mecânicas: revisão da literatura**. 2008. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- (26) GAJDOSIK, R. L; ALBERT, C. R; MITMAN, J. J. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle lumbar angle, and thoracic angle. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 32, n. 9, p. 447-60, Set. 2002.
- (27) BARBOSA, A. C. *et al.* Efetividade de protocolo cinesioterapêutico-proprioceptivo em pacientes com assimetrias torcionais pélvicas em anteversão. **Terapia Manual**, v. 7, n. 30, p. 74-78, Mar./Abr. 2009.

- (28) TOPPENBERG, R. M; BULLOCK, M. I. The interrelation of spinal curves, pelvic tilt and muscle lengths in the adolescent female. **The Australian Journal of Physiotherapy**, v. 32, n. 1, p. 6-12, 1986.
- (29) WALKER, M. L. *et al.* Relationship between lumbar lordosis, pelvic tilt, and abdominal muscle performance. **Physical Therapy**, v. 67, n. 4, p. 512-16, Abr. 1987.
- (30) PINTO, R. R. *et al.* Relação entre lordose lombar e desempenho da musculatura abdominal em alunos de fisioterapia. **Acta Fisiátrica**, v. 7, n. 3, p. 95-98, Ago. 2000.
- (31) PONDOFE, K. M. *et al.* Relação entre força abdominal, abdome proturso e ângulo lombossacral em mulheres jovens. **Fisioterapia em Movimento**, v. 19, n. 4, p. 99-104, Out./Dez. 2006.
- (32) NASCIMENTO, L. C. *et al.* Biomecânica aplicada ao voleibol: análise do complexo do ombro e implicações para avaliação e desempenho. **Terapia Manual**, v. 8, n. 40, p. 483-90, 2010.
- (33) HORSLEY, I. Assessment of shoulders with pain of a non-traumatic origin. **Physical Therapy in Sport**, v. 6, p. 6-14, 2005.