

Aline de Castro Cruz

**EFEITOS DO FORTALECIMENTO MUSCULAR DO QUADRIL E TRONCO SOBRE  
A CINEMÁTICA DA PELVE E DO QUADRIL NA MARCHA CONSIDERANDO A  
INFLUÊNCIA DO ALINHAMENTO DO COMPLEXO TORNOZELO-PÉ**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2017

Aline de Castro Cruz

**EFEITOS DO FORTALECIMENTO MUSCULAR DO QUADRIL E TRONCO SOBRE  
A CINEMÁTICA DA PELVE E DO QUADRIL NA MARCHA CONSIDERANDO A  
INFLUÊNCIA DO ALINHAMENTO DO COMPLEXO TORNOZELO-PÉ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Orientador:** Prof. Dr. Thales Rezende de Souza

**Coorientador:** Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2017

C955e Cruz, Aline de Castro  
2017 Efeitos do fortalecimento muscular do quadril e tronco sobre a cinemática da pelve e do quadril na marcha considerando a influência do alinhamento do complexo tornozelo-pé. [manuscrito] / Aline de Castro Cruz - 2017.  
69f., enc.:il.

Orientador: Thales Resende de Souza  
Coorientador: Sérgio Teixeira da Fonseca

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

Bibliografia: f. 59-64

1. Marcha - Teses. 2. Pés - Teses. 3. Quadril – Teses. 4. Articulações – Amplitude do movimento - Teses. I. Souza, Thales Resende de. II. Fonseca, Sérgio Teixeira da. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 796.015

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

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab) E-MAIL: [mreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mreab@eeffto.ufmg.br) FONE/FAX: (31) 3409-4781/7395

ATA DE NÚMERO 259 (DUZENTOS E CINQUENTA E NOVE) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA **ALINE DE CASTRO CRUZ** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.-----

Aos 24 (vinte e quatro) dias do mês de março do ano de dois mil e dezessete, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "**Efeitos do fortalecimento do quadril e tronco sobre a cinemática da pelve e do quadril na marcha e a influência do alinhamento do complexo tornozelo-pé**". A banca examinadora foi constituída pelos seguintes Professores Doutores: Thales Rezende de Souza, Renan Alves Resende e Thiago Ribeiro Teles dos Santos, sob a presidência do primeiro. Os trabalhos iniciaram-se às 08h30min com apresentação oral da candidata, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. **Após avaliação, os examinadores consideraram a candidata aprovada e apta a receber o título de Mestre, após a entrega da versão definitiva da dissertação.** Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 24 de março de 2017. -----

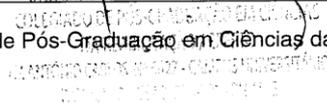
Professor Dr. Thales Rezende de Souza \_\_\_\_\_

Professor Dr. Renan Alves Resende \_\_\_\_\_

Professor Dr. Thiago Ribeiro Teles dos Santos \_\_\_\_\_

Marilane Soares 084190 \_\_\_\_\_

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

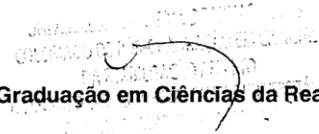


COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab) E-MAIL: [mreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mreab@eeffto.ufmg.br)  
FONE/FAX: (31) 3409-4781

## DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que **ALINE DE CASTRO CRUZ** defendeu a dissertação intitulada: **“Efeitos do fortalecimento do quadril e tronco sobre a cinemática da pelve e do quadril na marcha e a influência do alinhamento do complexo tornozelo-pé”**, obtendo em 24/03/2017 a aprovação unânime da Banca Examinadora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível Mestrado, da Universidade Federal de Minas Gerais; fazendo jus ao título de Mestre em Ciências da Reabilitação a partir da referida data.

Belo Horizonte, 24 de março de 2017.

  
Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter sido luz e guia nos momentos de escolhas.

Ao meu pai, que, mesmo não estando presente, foi quem me incentivou a ser dedicada aos estudos e sempre buscou o melhor para me oferecer. É difícil saber que ele não presenciou essa conquista, mas acredito que estou no caminho que ele sempre me desejou. Agradeço à minha mãe, que é a pessoa mais importante da minha vida. Obrigada pelo seu amor, por ser a minha melhor amiga, pelo cuidado de todos os dias, pela paciência nos momentos em que eu não pude lhe dar atenção, por ter renovado as minhas esperanças nas horas mais difíceis, por todas as orações diárias e pela sua alegria contagiante, que sempre me faz muito bem!

Ao meu orientador Prof. Dr. Thales Rezende de Souza, pela oportunidade, dedicação, disponibilidade, compreensão, ensinamentos e, principalmente, paciência. Todas essas qualidades fizeram com que o processo fluísse com mais tranquilidade. Ao meu coorientador Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca, pelo reconhecimento e pela ajuda, especialmente nas fases decisivas do projeto. Sua experiência acrescentou muito neste estudo. Aos membros da banca de defesa, Prof. Dr. Thiago Ribeiro Teles dos Santos e Prof. Dr. Renan Alves Resende, que contribuíram bastante para este trabalho. Agradeço, também, a todos os outros professores que fizeram parte da minha formação.

Aos meus amigos Leo e Diego, por toda força, particularmente quando eu pensei que não conseguiria dar continuidade. Agradeço pela amizade, reconhecimento, incentivo, colaboração e por acreditarem em mim. Vocês foram fundamentais. Fomos uma equipe e crescemos juntos!

À Vanessa, por toda disponibilidade e ajuda em todas as etapas do mestrado e por todos os ensinamentos e incentivos durante a iniciação científica. Ela merece o mesmo mérito e reconhecimento deste trabalho.

Aos alunos de iniciação científica, Breno, Valéria, Késsia, Andreza, Vanessa e Lilian, sem o apoio e o trabalho de vocês nada disso seria possível.

Agradeço também, aos meus amigos que trabalharam em equipe no laboratório, em especial o Délcio, o Fabrício, a Líria e os técnicos Mateus e Pablo. Obrigada por vocês colaborarem para que todos os equipamentos e computadores funcionassem da melhor forma.

A todos os meus familiares que torceram por mim diariamente e sempre me incentivaram ir além, em especial às minhas avós Cecília e Carlinda, às minhas tias Carminha, Arlete, Anelice e Ciça, e ao meu primo Carlinhos. Agradeço, também, às minhas primas Cecília e Bianca, por terem disponibilidade de me ajudar, principalmente à Cecília, que esteve disponível sempre que precisei.

Às minhas amigas Fernanda e Elisa, que se emocionaram ao saber que fui aprovada na seleção e que dei início ao processo. Isso mostrou o quanto vocês me consideram e torcem por mim. Sempre ouviram os meus desabafos e expectativas. Agradeço pelos conselhos e por acreditarem muito em mim, às vezes até mais do que eu mesma acreditava.

À Jéssica, por ter ajudado na decisão de seguir por esse caminho. Foi muito válido o seu conselho, obrigada!

Agradeço às minhas amigas Fernanda Freitas, Fernanda Ávila, Amanda, Thuany e Deborah. Sinto-me grata pelos momentos de distração, que me faziam renovar as forças para enfrentar uma nova semana. Especialmente à Fernanda Freitas, que sempre esteve disponível e aberta a me ouvir. Agradeço muito à Deborah e à Thuany, por terem tirado parte do tempo delas para me ajudar.

Agradeço também ao Henrique, que me incentivou durante todo o processo e me escutou nos momentos mais estressantes e de maiores expectativas com o meu projeto de mestrado.

Sem dúvida, cresci muito durante essa etapa. A conquista do título de mestre foi fruto não somente da minha dedicação, mas também do apoio de todos aqueles que estiveram próximos a mim. Muito obrigada a todos! Espero que vocês permaneçam presentes na minha caminhada, que ainda é longa, pois quero continuar contribuindo para o crescimento e reconhecimento da fisioterapia, profissão que tanto amo.

## RESUMO

**Introdução:** Após a realização de um programa de fortalecimento dos músculos do quadril e tronco, indivíduos com diferentes níveis de varismo do complexo tornozelo-pé (CTP) podem apresentar diferentes efeitos cinemáticos sobre a pelve e quadril durante a marcha, o que poderia influenciar os efeitos sobre os torques do quadril. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do fortalecimento dos músculos do quadril e tronco sobre a cinemática da pelve e quadril durante a marcha e sobre as propriedades passivas e ativas do quadril, e verificar se a magnitude desses efeitos é influenciada pelo nível de varismo do CTP. **Métodos:** Foi conduzido um estudo com 53 mulheres saudáveis divididas em grupos controle e intervenção. Ambos os grupos foram divididos em subgrupos, com maiores e menores valores de varismo do CTP. O grupo intervenção (n=26; 22±3 anos) realizou o fortalecimento muscular do quadril e tronco. O grupo controle (n=27; 21±1 anos) foi orientado a manter suas atividades habituais. As variáveis cinemáticas (1) e as propriedades passivas (2) e ativas (3) do quadril avaliadas antes e após o fortalecimento foram: (1) amplitudes de rotação anterior e queda lateral da pelve, de rotação medial e adução do quadril, (2) média do torque passivo de rotação lateral do quadril e da amplitude passiva de rotação medial do quadril e (3) pico de torque concêntrico e excêntrico dos rotadores laterais do quadril. **Resultados:** Não houve diferenças significativas entre os grupos intervenção e controle para as amplitudes do quadril e da pelve. No entanto, o subgrupo de mulheres com menores valores de varismo do grupo intervenção apresentou redução da queda pélvica após o fortalecimento (p=0,033), o que não foi observado para o do subgrupo com maiores valores (p=0,057) e para ambos os subgrupos controle (p=0,703 e p=0,806). Além disso, o subgrupo da intervenção com menores valores de varismo apresentou redução significativa da amplitude passiva de rotação medial do quadril após o fortalecimento (p=0,012). O subgrupo de indivíduos do grupo controle com maiores valores de varismo apresentou aumento da amplitude passiva de rotação medial do quadril (p=0,007) após o período de oito semanas, o que não ocorreu com o subgrupo controle com menores valores de varismo (p=0,242). O grupo intervenção aumentou o torque passivo (p=0,001), o pico de torque concêntrico e excêntrico dos rotadores laterais (p<0,001 para ambos) após o programa de fortalecimento muscular do

quadril e tronco, o que não foi observado para o grupo controle. Os efeitos do fortalecimento sobre os torques ativos e passivos do quadril não foram dependentes do varismo do CTP. **Conclusão:** O fortalecimento dos músculos do quadril e tronco foi capaz de modificar a cinemática da pelve na marcha, no plano frontal e aumentar os torques ativos e passivos do quadril. Mulheres com menores valores de varismo apresentaram redução da queda pélvica durante a marcha e redução da amplitude passiva de rotação medial do quadril após o fortalecimento. Assim, o nível do varismo influenciou os efeitos do fortalecimento sobre a cinemática da pelve e sobre as propriedades passivas do quadril.

**Palavras chave:** Cinemática. Pelve e quadril. Marcha. Fortalecimento muscular. Alinhamento do pé.

## ABSTRACT

**Introduction:** After performing a program of strengthening of the hip and trunk, individuals with different levels of foot-ankle complex (FAC) varism may present different kinematic effects on the pelvis and hip during gait, which could influence the effects on hip torques. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of hip and trunk strengthening on the kinematics of the pelvis and hip during gait and on the passive and active properties of the hip, and to verify if the magnitude of these effects is influenced by the varism level of the FAC. **Methods:** A study was conducted with 53 healthy women divided into control and intervention groups. Both groups were divided into subgroups, with higher and lower varism values. The intervention group (n = 26; 22±3 years) performed muscle strengthening of the hip and trunk. The control group (n = 27; 21±1 years) was instructed to maintain their usual activities. The kinematic variables (1) and the passive (2) and active (3) hip properties evaluated before and after strengthening were: (1) ranges of pelvic anterior rotation and lateral drop, hip medial rotation and adduction, (2) the mean passive lateral torque of the hip and the passive range of medial rotation of the hip and (3) the peak of concentric and eccentric torques of the lateral rotators of the hip. **Results:** There were no significant differences between the intervention and control groups for the hip and pelvic ranges. However, the subgroup of women with lower values of varism, of the intervention group, presented reduction of pelvic drop after strengthening (p = 0.033), which was not observed for the subgroup with higher values (p = 0.057) and for both control subgroups (p = 0.703 and p = 0.806). In addition, the subgroup of the intervention with lower values of varism presented a significant reduction of passive range of medial rotation of the hip after strengthening (p = 0.012). The subgroup of individuals in the control group with higher values of varism presented an increase in passive amplitude of medial hip rotation (p = 0.007) after the eight week period, which did not occur with the control subgroup with lower values of varism (p = 0.242). The intervention group increased the passive torque (p = 0.001), the concentric and eccentric torque peak of the lateral rotators (p <0.001 for both) after the hip and trunk muscle strengthening program, which was not observed for the control group. The effects of strengthening on active and passive hip torques were not dependent on the varism. **Conclusion:** The strengthening of the hip and trunk modified the kinematics of the pelvis in gait (frontal plane), and increased hip

torques. Women with lower values of varism presented reduction of the pelvic drop during a gait and reduction of the passive amplitude of medial hip rotation after the strengthening. Thus, the level varism influenced the effects of strengthening on the kinematics of the pelvis and on the passive properties of the hip.

**Keywords:** kinematics. Pelvis and hip. Gait. Muscle strengthening. Alignment of the foot.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Acoplamento dos movimentos da pelve, quadril, perna e pé em cadeia cinemática fechada .....	17
Figura 2- Fatores que influenciam no padrão de uso e na função tecidual do quadril .....	20
Figura 3- Diagrama de fluxo demonstrando o número de voluntárias em cada etapa do estudo.....	25
Figura 4- Posição da voluntária durante a realização da medida de “posição de primeira resistência detectável” .....	28
Figura 5- Medida do ângulo antepé-perna a) Vista posterior b) Vista lateral .....	30
Figura 6- Clusters com marcadores de rastreamento dos segmentos da pelve, coxa, perna, retopé e antepé .....	31
Figura 7- Exercícios de fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco.....	38
Figura 8- Média das curvas da pelve no plano frontal (posição x tempo) das voluntárias dos subgrupos da intervenção e do controle com menores valores de variação do CTP nas condições pré e pós-intervenção durante a fase de apoio da marcha .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características demográficas das participantes na condição pré-intervenção.....	24
Tabela 2- Valores de varismo do CTP dos subgrupos de menores e maiores valores de varismo do CTP dos grupos controle e intervenção .....	24
Tabela 3- CMC e CCI da amplitude dos movimentos da pelve e quadril nos planos frontal e transversal e do CTP no plano frontal durante a fase de apoio da marcha..	33
Tabela 4- Significância, poder estatístico e tamanho de efeito das variáveis cinemáticas da pelve e do quadril no plano frontal e transversal para as interações de interesse.....	44
Tabela 5- Média e DP das amplitudes de movimento da pelve no plano frontal dos subgrupos da intervenção e do controle, antes e após a intervenção.....	44
Tabela 6- Média da amplitude passiva de rotação medial do quadril e do torque passivo do quadril, antes e após o fortalecimento dos grupos intervenção e controle .....	46
Tabela 7- Média e DP da amplitude passiva de rotação medial do quadril e do torque passivo dos subgrupos da intervenção e do controle, antes e após a intervenção ...	46
Tabela 8- Média e DP dos toques ativos, antes e após a intervenção para ambos os grupos (controle e intervenção) .....	47
Tabela 9- Média e desvio-padrão das amplitudes das articulações do CTP dos grupos com maiores e menores valores de varismo .....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CTP- Complexo tornozelo-pé

CVP- Controle varismo pequeno

CVG- Controle varismo grande

IVP- Intervenção varismo pequeno

IVG- Intervenção varismo grande

UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

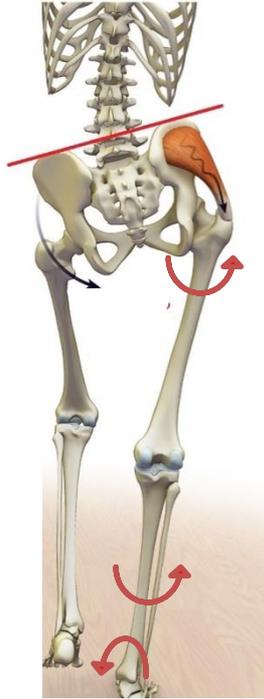
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 Objetivos do estudo .....	21
1.2 Hipóteses .....	22
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	23
2.1 Delineamento do estudo .....	23
2.2 Amostra .....	23
2.3 Instrumentos .....	26
2.4 Procedimentos .....	27
2.4.1- <i>Avaliação da amplitude passiva de rotação medial do quadril: “posição de primeira resistência detectável”</i> .....	27
2.4.2- <i>Avaliação do alinhamento do complexo tornozelo-pé em conjunto com a mobilidade de inversão das articulações do médio-pé: “ângulo antepé-perna”</i> .....	28
2.4.3- <i>Avaliação da cinemática da marcha</i> .....	30
2.4.4- <i>Avaliação do torque passivo do quadril</i> .....	33
2.4.5- <i>Avaliação dos torques ativos do quadril</i> .....	35
2.4.6- <i>Protocolo de fortalecimento muscular</i> .....	35
2.5 Processamento e redução dos dados .....	39
2.5.1- <i>Cinemática da marcha</i> .....	39
2.5.2- <i>Propriedades ativas e passivas do quadril</i> .....	40
2.6 Análise estatística .....	41
<b>3 RESULTADOS</b> .....	43
3.1 Resultados – Cinemática .....	43
3.2 Resultados – Propriedades passivas do quadril .....	45
3.3 Resultados – Propriedades ativas do quadril .....	47
3.4 Resultados – Objetivo secundário .....	47
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	49
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	58

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O fortalecimento de músculos do quadril e tronco tem sido utilizado para aumentar a geração de torque desses músculos, com o objetivo de estabilizar a pelve e reduzir o excesso dos movimentos pélvicos e do quadril nos planos frontal e transversal (SNYDER *et al.*, 2009; BALDON *et al.*, 2012; WILLY & DAVIS 2011; TONLEY *et al.*, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2017). Movimentos excessivos da pelve e do quadril têm sido relacionados com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas na cintura pélvica e no complexo lombopélvico (HUANG *et al.*, 2011; ZIFCHOCK *et al.*, 2008). Os movimentos de rotação axial e queda lateral da pelve (i.e. da hemipelve contralateral ao membro de apoio) durante a marcha parecem estar associados à rotação medial e adução do quadril e à pronação do complexo tornozelo-pé (CTP), durante atividades de cadeia cinemática fechada, como a marcha (BARWICK *et al.*, 2012; MAGEE, 2010a; ROOT *et al.*, 1977; TATEUCHI & WADA & ICHIHASHI, 2011) (Figura 1). Além disso, o aumento da rotação medial do quadril pode aumentar a adução do quadril devido à redução do braço de alavanca dos músculos abdutores do quadril (glúteo médio e mínimo) (ARNOLD & KOMATTU & DELP, 1997). Assim, fatores distais como o alinhamento do CTP e a mobilidade das articulações do médio-pé, que afetam a cinemática do membro inferior, também podem influenciar os movimentos da pelve e do quadril (ROOT *et al.*, 1977; TIBERIO, 1988; SOUZA *et al.*, 2014a; SOUZA *et al.*, 2010). Uma vez que aumentos da queda pélvica e da rotação medial do quadril estão associados à ocorrência de maior pronação do CPT (BARWICK *et al.*, 2012; MAGEE, 2010a; ROOT *et al.*, 1977), é possível que fatores que aumentem a pronação, imponham uma maior demanda de estabilização dos movimentos da pelve e do quadril. Assim, indivíduos com diferentes níveis de alinhamento e mobilidade do CTP podem apresentar efeitos cinemáticos distintos no membro inferior, como resultado do fortalecimento muscular. Além disso, a produção de padrões cinemáticos distintos, em decorrência da existência de diferentes valores de alinhamento e mobilidade do CTP, pode afetar as propriedades dos músculos em torno da pelve e do quadril (HERZOG, *et al.*, 1991; SAVELBERG & MEIJER, 2003; SILVA *et al.*, 2013; HERBERT, 1988), o que pode levar a diferentes efeitos nas propriedades passivas do quadril.

Figura 1- Acoplamento dos movimentos da pelve, quadril, perna e pé em cadeia cinemática fechada



Fonte: modificado de < <http://limatreinamento.blogspot.com.br/2015/>>. Acesso em: 15 Jun. 2017.

Os movimentos de pronação-supinação do pé são comumente acoplados aos movimentos de rotação medial-lateral e adução-abdução do quadril que, por sua vez, podem estar acoplados à rotação anterior-posterior e queda lateral da pelve durante atividades realizadas em cadeia cinemática fechada, como a marcha (Figura 1) (BARWICK *et al.*, 2012; MAGEE, 2010a; ROOT *et al.*, 1977; TATEUCHI & WADA & ICHIHASHI, 2011). O excesso desses movimentos na pelve e no quadril, observado mais em mulheres (BALDON *et al.*, 2011), tem sido relacionado com dores e lesões no quadril (ZIFCHOCK *et al.*, 2008; NOEHREN *et al.*, 2007) e no complexo lombopélvico (HUANG *et al.*, 2011). Fatores como, baixo torque ativo dos músculos lombopélvicos e do quadril, também têm sido associados com o surgimento dessas lesões (NOURBAKHSH & ARAB, 2002; CASARTELLI *et al.*, 2011; FREDERICSON *et al.*, 2000). Mulheres com menor torque excêntrico abductor do quadril apresentam maior rotação interna e adução do quadril, durante atividade de cadeia cinemática fechada (BALDON *et al.*, 2011). Com isso, o fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco tem sido utilizado para estabilizar a pelve, por

meio do aumento dos torques passivos e ativos em torno do quadril, além de reduzir o excesso de movimentos na pelve e nas articulações dos membros inferiores durante atividades com o apoio do pé ao solo (BALDON *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2017; SNYDER, 2009; WILLY & DAVIS, 2011). Similarmente, a inclusão do fortalecimento dos músculos do tronco em programas de intervenção pode potencializar os efeitos sobre a cinemática da pelve, uma vez que esses músculos atuam diretamente sobre ela por meio de suas inserções distais (MYERS, 2001). Além disso, o fortalecimento do tronco pode potencializar os efeitos sobre propriedades ativas e passivas do quadril, em suporte a essa possibilidade, um estudo já identificou que tensões produzidas pelo músculo grande dorsal podem ser transmitidas para o quadril via fáscia toracolombar e influenciar os torques dessa articulação (CARVALHAIS *et al.*, 2012).

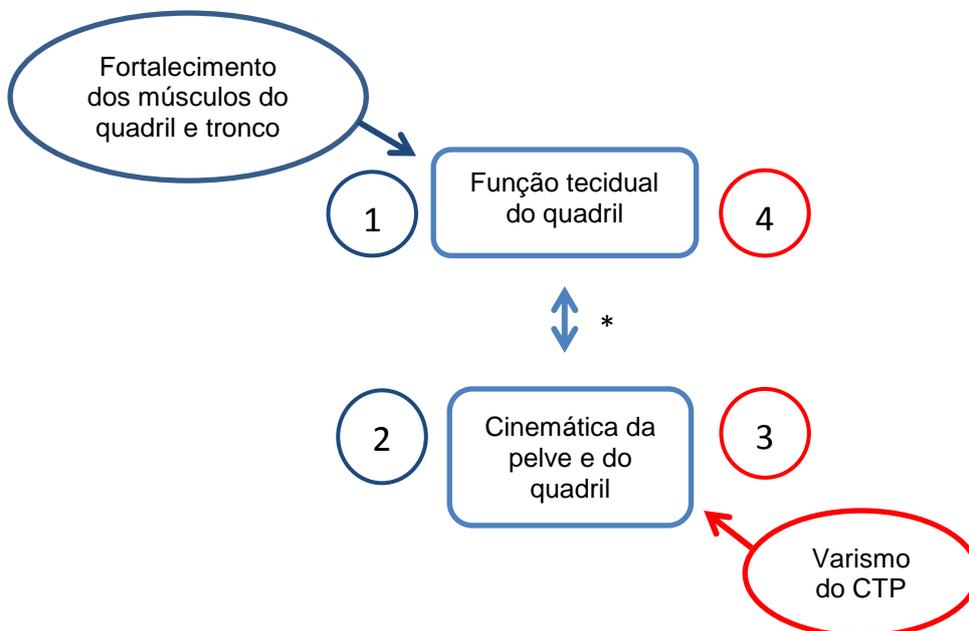
A pronação-supinação do CTP, em cadeia cinemática fechada, parece ser influenciada pelo alinhamento ósseo de tíbia-fíbula, calcâneo e antepé, no plano frontal, e pela mobilidade de inversão das articulações do médio-pé, todos mensurados em cadeia aberta (ROOT *et al.*, 1977; MONAGHAN *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2014a). Durante atividades em cadeia cinemática fechada, como a marcha, em instantes em que o calcânhar está apoiado, o desalinhamento em varo do calcâneo e/ou da tíbia faz com que o calcâneo esteja mais invertido em relação ao solo, o que gera um maior torque externo de eversão do pé, produzido pela força de reação do solo (FONSECA *et al.*, 2007; MICHAUD, 2007). Em instantes em que o antepé está em contato com o solo, o desalinhamento em varo do antepé provoca um aumento da pronação do CTP, devido ao aumento do ângulo de inversão formado entre a cabeça dos metatarsos e o solo antes do contato (MONAGHAN, 2013; SILVA *et al.*, 2015). Durante a marcha, esses fatores distais podem aumentar a pronação do CTP no membro inferior apoiado no solo (MONAGHAN, 2013; SILVA *et al.*, 2015). Considerando a interdependência entre a pronação-supinação do pé e a rotação medial-lateral e adução-abdução do quadril, o alinhamento ósseo do CTP e a mobilidade de inversão das articulações do médio-pé também podem estar associados com os movimentos da pelve, nos planos frontal e transversal (BARWICK *et al.*, 2012; MAGEE, 2010a; ROOT *et al.*, 1977; TATEUCHI & WADA & ICHIHASHI, 2011). Esses fatores distais são medidos em cadeia aberta, como um alinhamento do CTP no plano frontal, e podem ser chamados de varismo (SOUZA *et al.*, 2014a).

O varismo do CTP apresentado por um indivíduo pode influenciar a ocorrência de lesões musculoesqueléticas relacionadas com os movimentos alterados da cintura pélvica (GROSS *et al.*, 2007; TOMARO, 1995; WILLEMS *et al.*, 2007; BARWICK *et al.*, 2012) e nos efeitos de intervenções direcionadas à correção dessas alterações de movimento, como o fortalecimento muscular.

O varismo do CTP poderia influenciar os efeitos cinemáticos promovidos pelo fortalecimento muscular do quadril e tronco e, associadamente, influenciar os efeitos sobre os torques produzidos no quadril. Pessoas com maior varismo, por terem tendência a apresentar maior pronação do CTP (ROOT *et al.*, 1977; MONAGHAN *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2014a), podem apresentar menores efeitos do fortalecimento sobre os movimentos da pelve e quadril, geralmente acoplados com a pronação do CTP durante a marcha. Além da influência sobre os efeitos cinemáticos, a magnitude do varismo do CTP pode influenciar os efeitos do fortalecimento sobre a função mecânica dos músculos do quadril. Intervenções (fortalecimento e imobilização), como parte do padrão de uso dos tecidos musculoesqueléticos (i.e. uso em comprimentos e intensidades específicos) podem gerar modificações das suas propriedades ativas e passivas (HERBERT, 1988; STEVENS *et al.*, 2004; AQUINO *et al.*, 2010; OCARINO *et al.*, 2008; HERZOG, *et al.*, 1991; SAVELBERG & MEIJER, 2003). Indivíduos com maiores valores de varismo, podem apresentar excesso de pronação do CTP, de rotação medial e adução do quadril e de rotação anterior e queda lateral da pelve (BARWICK *et al.*, 2012; TATEUCHI & WADA & ICHIHASHI, 2011), além disso, mulheres apresentam maior queda pélvica e adução do fêmur durante atividades de cadeia cinemática fechada em comparação com os homens (BALDON *et al.*, 2011). Esse padrão de uso frequente e mantido durante as atividades diárias, pode levar os tecidos a apresentarem maior comprimento e menor resistência passiva. A marcha é uma atividade energeticamente conservativa (WINTER & ROBERTSON, 1978), logo, as propriedades passivas dos tecidos musculoesqueléticos são fundamentais para a transferência de energia entre os segmentos (FONSECA *et al.*, 2007). Além disso, a resistência passiva do quadril têm sido correlacionada com a cinemática do pé durante a marcha (SOUZA *et al.*, 2014a). Assim, em mulheres com maior varismo, o fortalecimento poderia causar um menor ganho de resistência tecidual passiva e uma menor redução na amplitude dos movimentos da pelve e do quadril durante a

marcha. Essas interações podem, então, ser bidirecionais, uma vez que a cinemática da pelve e quadril pode afetar os tecidos do quadril que, por sua vez, podem ser afetados pela cinemática dessa articulação e da pelve (Figura 2), o que reforçaria a influência da magnitude do varismo do CTP sobre os efeitos cinemáticos e teciduais do fortalecimento muscular de tronco e quadril.

Figura 2- Fatores que influenciam no padrão de uso e na função tecidual do quadril



Os números (1) e (2) representam, respectivamente, os possíveis efeitos do fortalecimento dos músculos quadril e tronco sobre a função tecidual do quadril (efeito direto e local) e sobre a cinemática do quadril e da pelve (efeito indireto local). Os números (3) e (4), representam, respectivamente, a possível influência do varismo e da cinemática do CTP sobre os efeitos cinemáticos do quadril e da pelve (influência direta e não local) e sobre os efeitos na função tecidual do quadril (influência indireta e não local). A seta (\*) representa a relação circular (bidirecional) da função tecidual com a cinemática.

Considerando o exposto acima, mulheres com diferentes valores de varismo podem apresentar diferentes efeitos cinemáticos do fortalecimento dos músculos do quadril e tronco durante a marcha e, associadamente, diferentes efeitos sobre as propriedades passivas do quadril. Isso traria a necessidade de, na clínica, considerar o varismo do CTP (alinhamento ósseo e mobilidade do médio-pé) para determinar a intervenção a ser implementada com o objetivo de reduzir os

movimentos da pelve e do quadril nos planos frontal e transversal. No entanto, não existem estudos que tenham investigado a influência do grau de varismo do CTP sobre os efeitos cinemáticos na pelve e no quadril durante a marcha e sobre as propriedades ativas e passivas do quadril, após a realização de um programa de fortalecimento dos músculos do quadril e tronco.

## 1.1 Objetivos do estudo

### 1.1.1 Objetivos gerais e específicos

Os objetivos gerais deste estudo foram investigar:

- (a) Os efeitos de um programa de fortalecimento dos músculos do quadril (principalmente abdutores e rotadores laterais) e tronco (principalmente grande dorsal e abdominais oblíquos) sobre a cinemática da pelve e do quadril durante a marcha e sobre as propriedades ativas e passivas do quadril.
- (b) Verificar se esses efeitos se diferem entre pessoas que possuem maiores ou menores valores de varismo do CTP.

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- (1) Investigar os efeitos do fortalecimento de músculos do quadril (principalmente abdutores e rotadores laterais) e do tronco (principalmente grande dorsal e abdominais oblíquos) sobre a amplitude dos movimentos da pelve e do quadril nos planos frontal e transversal, durante a fase de apoio da marcha, e se esses efeitos são influenciados pelo varismo do CTP.
- (2) Investigar os efeitos do fortalecimento de músculos do quadril (principalmente abdutores e rotadores laterais) e do tronco (principalmente grande dorsal e abdominais oblíquos) sobre as propriedades passivas e ativas do quadril: a amplitude passiva de rotação medial, o torque passivo de resistência ao movimento de rotação medial e os torques ativos (concêntrico e excêntrico) de rotadores laterais, e se esses efeitos são influenciados pelo grau de varismo do CTP.

### 1.1.2 Objetivo secundário

Identificar se indivíduos com maiores valores de varismo do CTP apresentam maior pronação do antepé e do retropé em relação à perna.

## 1.2 Hipóteses

As hipóteses deste estudo, para os objetivos principais foram, que o protocolo de fortalecimento dos músculos do quadril (principalmente abdutores e rotadores laterais) e tronco (principalmente grande dorsal e abdominais oblíquos) (1) reduziria a amplitude de rotação anterior e a queda pélvica contralateral ao membro inferior de apoio, além da rotação medial e adução do quadril durante a fase de apoio da marcha e (1a) essa redução seria maior no subgrupo que apresentasse menores valores de varismo do CTP em comparação com o subgrupo de maiores valores de varismo do CTP. O fortalecimento, também, (2) reduziria a amplitude passiva de rotação medial do quadril e aumentaria o torque passivo e ativo do quadril, porém, (2a) os efeitos nas propriedades passivas ocorreriam de forma mais acentuada no subgrupo de menores valores de varismo do CTP em comparação com o subgrupo de maiores valores. Para o objetivo secundário, as hipóteses foram que mulheres com maiores valores de varismo do CTP apresentariam com maior eversão do antepé e do retropé em relação à perna.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Delineamento do estudo

Foi realizado um ensaio clínico controlado e não aleatorizado, no qual as participantes foram divididas em dois grupos, controle e intervenção. Ambos os grupos foram divididos utilizando o percentil 50, em subgrupos, com maiores valores e com menores valores de varismo do CTP. As voluntárias foram submetidas à avaliação da cinemática da pelve, do quadril e do CTP e das propriedades passivas e ativas do quadril, antes e após o período da intervenção.

### 2.2 Amostra

A amostra foi selecionada por conveniência na Universidade Federal de Minas Gerais e comunidades ao redor. Foram incluídas no estudo participantes de acordo com os seguintes critérios de inclusão: mulheres; com idade entre 18 e 35 anos; com índice de massa corporal menor ou igual 25Kg/m<sup>2</sup>; com ausência de sintomas ou lesões musculoesqueléticas nos últimos três meses; que não estivessem realizando atividade física nos últimos três meses; com amplitude normal de rotação medial (de 34° a 71°) e rotação lateral (de 25° a 56°) do quadril (SVENNINGSEN *et al.*,1989). Foram excluídas do estudo as participantes que não realizaram no mínimo 80% das sessões do protocolo de fortalecimento muscular, que não conseguiram manter o relaxamento dos músculos do quadril durante o teste das propriedades passivas do quadril e que apresentaram dor durante os testes ou foram incapazes de realizá-los de maneira correta. Cinquenta e seis mulheres entraram nos critérios de inclusão do estudo, sendo que participaram das análises somente 53 participantes, sendo 26 voluntárias do grupo intervenção (22±3 anos) e 27 voluntárias do grupo controle (21±1 anos). Duas voluntárias do grupo intervenção foram excluídas devido à identificação de problemas técnicos de coleta e a não realização de pelo menos 80% do protocolo de fortalecimento proposto. Uma voluntária do grupo controle foi excluída, porque iniciou a prática de atividade física durante o período da intervenção. Então, foram consideradas para a divisão (percentil 50 dos valores de varismo) dos subgrupos de maiores e menores valores

de varismo, 26 voluntárias do grupo intervenção e 27 do grupo controle. Os dados demográficos das voluntárias que foram incluídas no estudo estão na (Tabela 1). O número de voluntárias e a média dos valores de varismo do CTP de cada subgrupo estão apresentados na (Tabela 2). Os valores de varismo do CTP foram significativamente diferentes entre os subgrupos do grupo intervenção ( $p < 0,05$ ) e entre os subgrupos do grupo controle ( $p < 0,05$ ). Os subgrupos da intervenção não apresentaram diferença significativa dos valores de varismo do CTP em comparação com os mesmos subgrupos do controle, tanto para menores valores de varismo do CTP ( $p = 0,56$ ), quanto para maiores valores de varismo ( $p = 0,71$ ). O diagrama de fluxo em cada fase do estudo está apresentado na (Figura 3).

Tabela 1- Características demográficas das participantes na condição pré-intervenção

Grupos	Intervenção (média $\pm$ DP)	Controle (média $\pm$ DP)
Idade	22 $\pm$ 3	21 $\pm$ 1
Massa (kg)	56,60 $\pm$ 6,30	52,66 $\pm$ 7,35
Altura (m)	1,63 $\pm$ 0,04	1,62 $\pm$ 0,06
IMC kg/m <sup>2</sup>	21,07 $\pm$ 1,93	20,12 $\pm$ 2,12

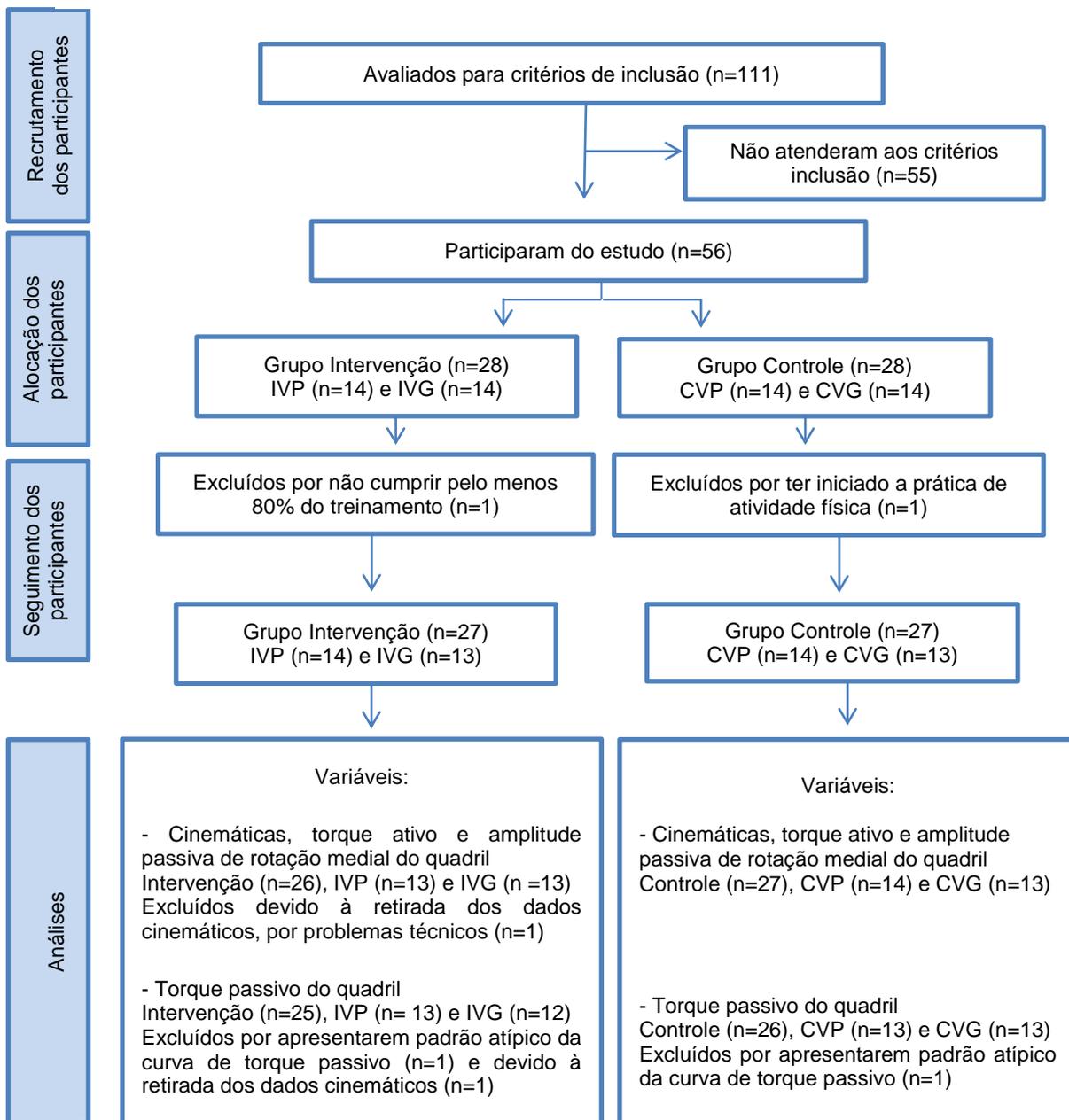
DP: desvio padrão; kg: quilogramas; m: metros; IMC: índice de massa corporal; kg/m<sup>2</sup>: quilogramas por metro quadrado.

Tabela 2- Valores de varismo do CTP dos subgrupos de menores e maiores valores de varismo do CTP dos grupos controle e intervenção

Grupos	Intervenção (média $\pm$ DP)		Controle (média $\pm$ DP)	
Subgrupos	IVP	IVG	CVP	CVG
Varismo do CTP (°)	9,51 $\pm$ 4,44	22,08 $\pm$ 4,68	10,54 $\pm$ 4,75	21,45 $\pm$ 3,79

DP: desvio padrão; (°): graus; IVP: intervenção varismo pequeno e IVG: intervenção varismo grande; CVP: controle varismo pequeno e CVG: controle varismo grande CTP: complexo tornozelo pé.

Figura 3- Diagrama de fluxo demonstrando o número de voluntárias em cada etapa do estudo



IVP: intervenção varismo pequeno e IVG: intervenção varismo grande; CVP: controle varismo pequeno e CVG: controle varismo grande.

O cálculo amostral foi realizado através do programa *G\*Power 3.1* (Universitat de Kifl Kiel Schleswig-Holstein), supondo o uso de ANOVA mistas com dois fatores entre-indivíduos (varismo do CTP e grupo), cada um com dois níveis (varismo grande e varismo pequeno; grupo controle e intervenção), e um fator de medida repetida (condição) com dois níveis (pré e pós-intervenção). Para essa

análise foi presumido um tamanho de efeito esperado de moderado a grande ( $f=0,3$ ), para calcular o número de indivíduos necessários para alcançar um nível de significância de 0,05 e um poder estatístico de 0,80. De acordo com essa análise, seriam necessários 58 indivíduos. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CAAE – 0427.0.203.000-11) (ANEXO).

### 2.3 Instrumentos

Para realização do cálculo do índice de massa corporal, as medidas de massa e altura foram obtidas por meio de uma balança digital com altímetro (Filizola S.A., SP, Brasil). Um inclinômetro analógico foi utilizado para realização das medidas de amplitude de movimento passiva de rotação medial e lateral do quadril. O varismo do complexo tornozelo-pé foi mensurado através da medida do “ângulo antepé-perna” e para a realização dessa medida foram utilizados um paquímetro, uma régua, uma haste fixada ao antepé e um goniômetro universal. As propriedades ativas e passivas do quadril foram avaliadas utilizando um dinamômetro isocinético Biodex 3 Pro (Biodex Medical Systems, Shirley, EUA). Durante o teste de resistência passiva do quadril, a atividade eletromiográfica dos músculos dessa articulação foi monitorada através de um eletromiógrafo ME6000 (Mega Electronics, Kuopio, Finlândia). Uma fita métrica foi utilizada para medir o comprimento da perna e do pé da voluntária, para posterior análise dos torques obtidos pelo dinamômetro isocinético. Os dados de cinemática da pelve, quadril e CTP durante a marcha foram coletados utilizando uma esteira elétrica ProAction G635 Explorer (BH Fitness – Vitoria-Gasteiz, Alava – Espanha) e um sistema de análise de movimento tridimensional Codamotion (Charnwood Dynamics, Rothley, Inglaterra). Três unidades de captura desse sistema e *clusters* (agrupamentos) de marcadores ativos foram utilizados para capturar os movimentos de cada segmento avaliado. Para a realização dos exercícios do protocolo de fortalecimento muscular foram utilizados um aparelho de musculação (cross-over), caneleiras, tornozeleiras, uma maca, um banco de ferro, colchonete e um colete para o tronco, o qual foi utilizado para o exercício de fortalecimento dos músculos abdominais e dos rotadores laterais e extensores de quadril e tronco em cadeia cinemática fechada.

## 2.4 Procedimentos

Inicialmente, foram realizadas as medidas de massa corporal e altura, com a voluntária trajando roupas leves e sem calçado. Logo após, foram realizadas as medidas clínicas de amplitude de movimento de rotação medial e lateral do quadril, além da avaliação do alinhamento e mobilidade do CTP. A voluntária que atendeu a todos os critérios de inclusão foi alocada no grupo intervenção ou controle de acordo com a sua disponibilidade de tempo para fazer o protocolo de fortalecimento. A participante retornou um segundo dia para coleta dos dados cinemáticos e das propriedades ativas e passivas do quadril. A cinemática da marcha e as propriedades passivas do quadril (torque passivo e amplitude passiva de rotação medial do quadril) foram analisadas antes da avaliação do torque ativo do quadril, visto que o teste de força máxima poderia provocar fadiga muscular e, conseqüentemente, influenciar o padrão de movimento da pelve e das articulações analisadas, além de modificar as propriedades teciduais do quadril. Antes de iniciar os procedimentos, as voluntárias foram convidadas a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE), o qual apresentava informações sobre os procedimentos que seriam realizados e possíveis desconfortos que poderiam surgir após os testes de força e realização do protocolo de fortalecimento muscular. Após ler o termo, as participantes assinaram, concordando em participar do estudo.

### *2.4.1- Avaliação da amplitude passiva de rotação medial do quadril: “posição de primeira resistência detectável”*

Para avaliação da amplitude passiva de rotação medial do quadril, utilizou-se o teste de “posição de primeira resistência detectável”, o qual demonstrou ser válido e confiável para obtenção de informações da rigidez passiva do quadril (CARVALHAIS *et al.*, 2011). Nesse teste, a voluntária permaneceu em decúbito ventral com a pelve estabilizada por tiras de velcro e joelho a 90° de flexão (Figura 4). Antes da medida, o examinador realizou manualmente rotação medial do quadril, em toda amplitude, por cinco vezes, a fim de permitir a acomodação viscoelástica dos tecidos. Em seguida, permitiu que a rotação medial do quadril ocorresse até que

o movimento fosse interrompido pela resistência produzida pelas estruturas dessa articulação e manteve apoio anterior na tíbia durante todo o teste, a fim de manter 90° de flexão do joelho. O inclinômetro analógico foi colocado na borda da tíbia, 5 cm distal à tuberosidade da tíbia, para registro da amplitude passiva de rotação medial do quadril (CARVALHAIS *et al.*, 2011). Durante a realização do teste clínico, a participante foi instruída a permanecer relaxada e, caso o examinador identificasse sinais de contração muscular (visualmente ou por palpação), o teste era repetido. A medida foi realizada três vezes e a média das repetições foi utilizada para análise dos dados. A confiabilidade intra-examinador dessa medida foi realizada com 10 indivíduos, com intervalo de uma semana entre as medidas e apresentou o coeficiente de correlação intraclasse de 0,99.

Figura 4- Posição da voluntária durante a realização da medida de “posição de primeira resistência detectável”



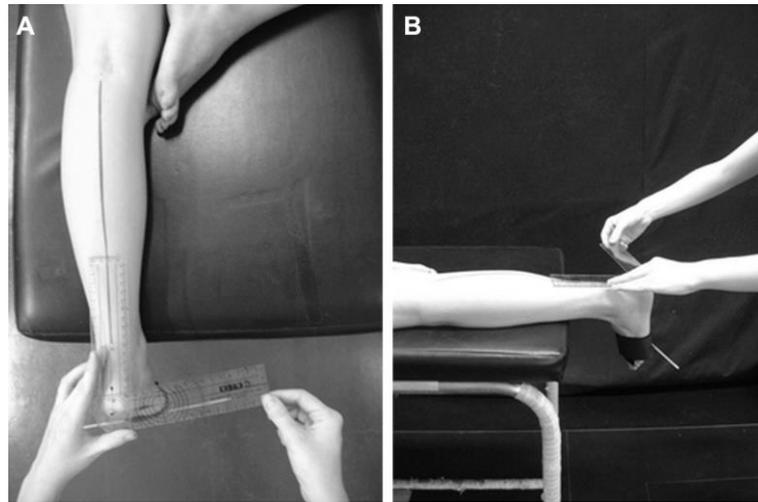
Fonte: CARVALHAIS *et al.*, 2011.

#### 2.4.2- Avaliação do alinhamento do complexo tornozelo-pé em conjunto com a mobilidade de inversão das articulações do médio-pé: “ângulo antepé-perna”

A medida clínica “ângulo antepé-perna” que combina mobilidade de inversão do médio-pé e o alinhamento ósseo em varo/valgo do complexo tornozelo-pé é confiável para as medidas de alinhamento do antepé, retopé e tíbia-antepé (MENDONÇA *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2014a). Essa medida apresentou alta

correlação com a soma das medidas do alinhamento do antepé e retropé, o que indica que ela representa os alinhamentos do retropé e do antepé de forma combinada (MENDONÇA *et al.*, 2013). Além disso, o “ângulo antepé-perna” é capaz de prever parcialmente a cinemática do retropé em relação à perna durante a marcha e na postura ortostática (SOUZA *et al.*, 2014a). Para realização dessa medida, a voluntária foi posicionada em decúbito ventral com o membro inferior avaliado estendido de forma que os maléolos e calcâneo ficaram para fora da maca. A face posterior do calcâneo ficou direcionada para cima e o membro inferior contralateral, mantido em abdução e rotação lateral de quadril, para garantir maior estabilização da pelve. Em seguida, com a utilização de um paquímetro foi delimitado um ponto médio entre os platôs tibiais e outro ponto médio entre os maléolos. Uma régua foi utilizada para ligar esses dois pontos, formando uma linha de bissecção da perna. Uma haste com velcro foi fixada na face plantar sobre as cabeças dos metatarsos. Logo após, o examinador posicionou o tornozelo em 0° de flexão plantar e dorsiflexão e solicitou à voluntária que sustentasse de forma ativa esse posicionamento do tornozelo. Enquanto a participante sustentou essa posição do tornozelo, o examinador realizou a medida do ângulo antepé-perna. A medida desse ângulo foi realizada com o auxílio de um goniômetro, o qual teve seu braço fixo posicionado sobre a linha de bissecção da perna e o braço móvel alinhado com a haste fixa sob as cabeças dos metatarsos (Figura 5). Foram realizadas três medidas e a média das três repetições foi considerada para análise. A confiabilidade intra-examinador dessa medida foi realizada com 10 indivíduos, com intervalo de uma semana entre as medidas e apresentou o coeficiente de correlação intraclass de 0,93.

Figura 5- Medida do ângulo antepé-perna a) Vista posterior b) Vista lateral



Fonte: SOUZA *et al.*, 2014a.

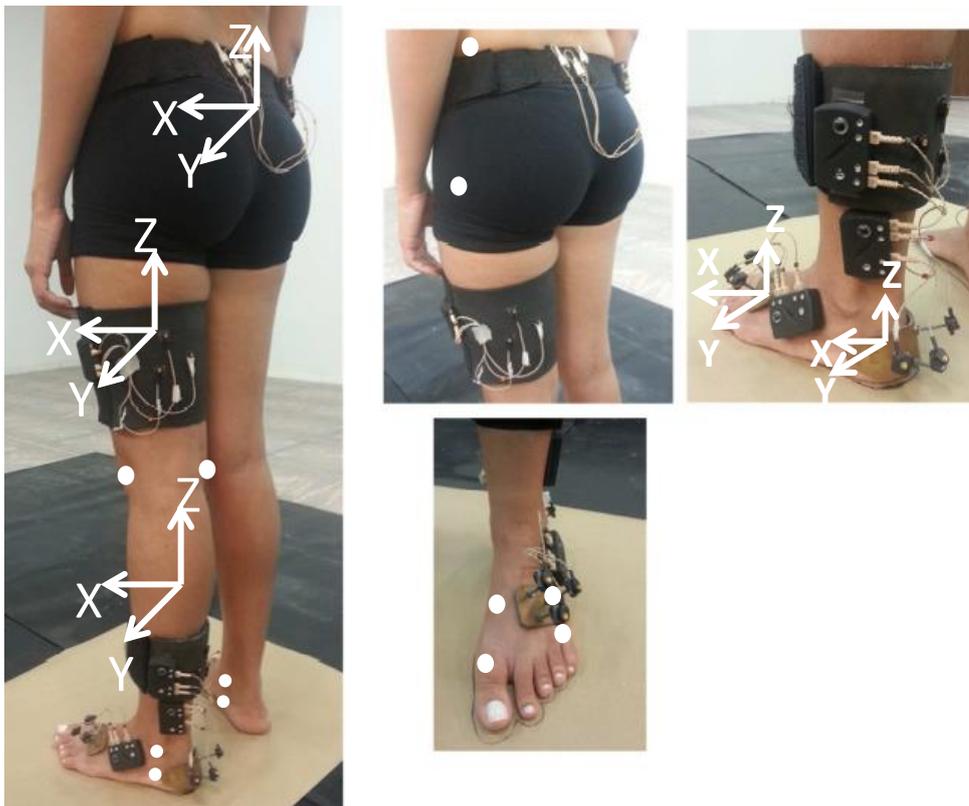
#### 2.4.3- Avaliação da cinemática da marcha

Para analisar as amplitudes de movimento da pelve, quadril e CTP durante a marcha, três unidades de captura do sistema de análise de movimento tridimensional Codamotion foram posicionadas, uma à frente da esteira e duas póstero-laterais. O objetivo dessa disposição foi capturar os sinais infravermelhos emitidos pelos marcadores ativos de rastreamento colocados nos segmentos analisados. Inicialmente, o examinador realizou o alinhamento do sistema de análise de movimento para a delimitação do sistema de coordenadas (eixos) do laboratório. Para isso, foram utilizados três marcadores ativos, os quais indicaram a origem e as direções dos eixos: ântero-posterior, látero-lateral e súpero-inferior. Para rastrear a trajetória de cada segmento durante a marcha, foram utilizados *clusters* (agrupamentos) de marcadores ativos de rastreamento para os segmentos: pelve, coxa, perna, retopé e antepé (Figura 6). Esse agrupamento de marcadores de rastreamento reduz a influência dos movimentos dos tecidos em relação ao osso (CAPPOZZO *et al.*, 1995). Os *clusteres* foram posicionados da seguinte forma:

- Antepé: no espaço entre o segundo e o quarto metatarso, acima da linha que conecta as cabeças dos metatarsos (ARAÚJO *et al.*, 2017).

- Retropé: no calcâneo, logo abaixo da inserção do tendão do tríceps sural (LEARDINI, A. *et al.*, 2007).
- Perna: abaixo do ventre muscular do músculo gastrocnêmio (ARAÚJO *et al.*, 2017).
- Coxa: dois dedos acima da borda superior da patela (ARAÚJO *et al.*, 2017).
- Pelve: sobre o sacro, abaixo da linha que liga as duas espinhas íliacas póstero-superiores (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Figura 6- Clusters com marcadores de rastreamento dos segmentos da pelve, coxa, perna, retropé e antepé



As setas brancas representam os sistemas de coordenadas (ântero-posterior-X, látero-lateral-Y e súpero-inferior-Z) de cada segmento e os círculos brancos representam os marcadores anatômicos do modelo anatômico.

Fonte: ARAÚJO *et al.*, 2017.

Para capturar as amplitudes de movimentos da pelve (queda lateral e rotação anterior), do quadril (rotação medial e adução) e do retropé e do antepé em

relação à perna (eversão), foi criado um modelo cinemático de seis graus de liberdade no *software* Visual 3D (C-Motion, Inc, Rockville, Maryland, EUA), de forma que cada segmento foi definido como um corpo rígido, com seu sistema de coordenadas, por meio dos marcadores anatômicos específicos (dois proximais e dois distais) (HAMILL *et al.*, 2013). Os marcadores anatômicos utilizados e os segmentos formados foram: crista íliaca e trocânter maior de ambos os lados definiram a pelve; trocânter maior e epicôndilos lateral e medial do fêmur definiram a coxa (ARAÚJO *et al.*, 2017); os epicôndilos do fêmur e maléolos lateral e medial definiram a perna; os maléolos lateral e medial, o tubérculo fibular e sustentáculo do tálus definiram o retropé; as bases e cabeças do primeiro e quinto metatarsos definiram o antepé (SOUZA *et al.*, 2014b). O examinador inicialmente marcou os pontos anatômicos com uma caneta hidrográfica, e então, direcionou para esses pontos marcados na pele da participante, uma ponteira (*pointer*), a qual estabeleceu a posição desses marcadores e criou marcadores anatômicos virtuais, cada um associado com o *cluster* de três marcadores de rastreamento do segmento. Os marcadores anatômicos foram necessários para a criação do sistema de coordenadas local de cada segmento. Após a definição dos marcadores anatômicos, a voluntária foi solicitada a ficar em posição ortostática de conforto para coleta da postura estática de 5 segundos. Durante esse procedimento os pés da voluntária ficaram sobre um papel, o qual foi utilizado para delimitar o posicionamento dos pés, com o objetivo de manter a mesma posição na reavaliação após o período da intervenção. Depois a voluntária foi solicitada a caminhar sobre a esteira com velocidade auto selecionada. Após a voluntária identificar a velocidade considerada habitual, ela foi solicitada a caminhar com uma velocidade acima e abaixo ( $\pm 0,5$  km/h) da velocidade indicada inicialmente, para garantir que a velocidade selecionada foi a mais semelhante da habitual. Essa velocidade considerada pela participante foi anotada e utilizada também, na reavaliação. Foram coletadas 30 fases de apoio da marcha consecutivas, com uma frequência de amostragem de 100Hz. Durante o registro dos sinais dos marcadores de rastreamento em movimento, a voluntária foi orientada olhar para frente e não realizar nenhum outro movimento com os membros superiores, além do natural. Quando a participante apresentava desequilíbrios que provocavam mudanças no padrão de movimento da pelve e membros inferiores ou elevava os membros superiores, uma nova coleta de 30 fases de apoio era realizada. A cada voluntária que entrou no estudo, o membro

inferior avaliado foi determinado pela magnitude do valor de varismo do CTP, a fim de tentar parear os subgrupos quanto aos valores de varismo.

A confiabilidade teste-reteste das curvas (posição x tempo) da pelve e quadril nos planos frontal e transversal e do CTP (retropé-perna e antepé-perna) no plano frontal, foi avaliada em um estudo piloto com 10 participantes e com uma semana entre as medidas. Coeficientes de múltipla correlação e coeficientes de correlação intraclasse foram calculados, respectivamente, para as curvas e amplitudes de queda lateral e rotação anterior da pelve, de rotação medial e adução do quadril e de pronação do CTP (Tabela 3).

Tabela 3- CMC e CCI da amplitude dos movimentos da pelve e quadril nos planos frontal e transversal e do CTP no plano frontal durante a fase de apoio da marcha

Variáveis		CMC (média ± DP)	CCI(média)
Pelve	Frontal	0,85 ± 0,10	0,85
	Transverso	0,77 ± 0,13	0,80
Quadril	Frontal	0,88 ± 0,08	0,79
	Transverso	0,62 ± 0,15	0,81
Retropé-perna	Frontal	0,74 ± 0,14	0,89
Antepé-perna	Frontal	0,72 ± 0,14	0,76

DP: desvio padrão; CMC: coeficientes de múltipla correlação; CCI: coeficientes de correlação intraclasse; CTP: complexo tornozelo-pé.

#### 2.4.4- Avaliação do torque passivo do quadril

Para a realização da coleta do torque passivo do quadril, foi utilizado o dinamômetro isocinético em modo passivo e o eletromiógrafo, para garantir o repouso dos músculos do quadril durante a movimentação passiva dessa articulação. Foram colocados eletrodos de superfície ativos nos músculos glúteo máximo, glúteo médio, bíceps femoral, tensor da fáscia lata e adutor magno (CRAM *et al.*, 1998). Antes da colocação dos eletrodos, o examinador realizou a tricotomia e limpeza da região com álcool e algodão, a fim de reduzir a impedância da pele. A

medida do torque passivo do quadril foi realizada com a voluntária posicionada em decúbito ventral sobre a cadeira do dinamômetro isocinético, a qual ficou sem nenhuma inclinação ( $0^\circ$ ). O membro inferior avaliado ficou com  $90^\circ$  de flexão de joelho e a tuberosidade da tíbia, alinhada com o eixo de rotação do equipamento. Além disso, os membros superiores da participante ficaram ao lado do corpo com  $0^\circ$  de abdução e um cinto foi utilizado para estabilizar a pelve na cadeira. Um inclinômetro foi posicionado na margem anterior da tíbia e perpendicular ao plano horizontal para definir a posição neutra da articulação do quadril ( $0^\circ$ ). A alavanca ficou fixa na perna da participante e movimentou esse segmento partindo de  $25^\circ$  de rotação lateral para  $25^\circ$  de rotação medial (ARAÚJO *et al.*, 2017). O protocolo utilizado no teste foi no modo passivo, com frequência de coleta de 100 Hz e com velocidade angular de  $5^\circ/s$  (ARAÚJO *et al.*, 2017). A baixa velocidade foi escolhida com objetivo de reduzir possíveis ativações musculares e as forças geradas pelo componente viscoso dos tecidos (TAYLOR *et al.*, 1990). Antes de iniciar o teste, foram realizadas cinco repetições do movimento para acomodação viscoelástica dos tecidos e familiarização da voluntária com o movimento. Além disso, um registro eletromiográfico dos músculos do quadril em repouso foi realizado, com a alavanca do dinamômetro parada e fixada no membro inferior avaliado da voluntária. O examinador instruiu a voluntária a permanecer relaxada e, assim, não resistir e/ou auxiliar o movimento da alavanca durante o teste. Após essas instruções, foram realizados três testes válidos. Os dados eletromiográficos foram coletados a uma frequência de amostragem de 1000 Hz, e visualizados e registrados pelo software MegaWin 3.0 (Mega Electronics, Inc.). Logo após, esses dados foram extraídos em formato de texto e processados no *software* Matlab (The Mathworks, Inc.). Esse processamento filtrou os dados utilizando um filtro passa-banda do tipo *Butterworth* de quarta ordem, com frequências de corte de 10 e 500 Hz. Além disso, comparou o sinal coletado durante o repouso dos músculos do quadril com o sinal obtido durante cada teste. As repetições consideradas com atividade muscular foram aquelas em que o sinal eletromiográfico foi igual ou maior que a média acrescida de dois desvios padrão do sinal capturado no repouso. Quando isso aconteceu, uma nova repetição do teste foi realizada. Os comprimentos da perna e do pé foram mesurados para posterior análise dos dados.

#### 2.4.5- Avaliação dos torques ativos do quadril

Foi avaliado o torque ativo concêntrico e excêntrico dos rotadores laterais utilizando o dinamômetro isocinético. O posicionamento da voluntária foi o mesmo descrito para a avaliação do torque passivo do quadril, com exceção dos membros superiores. A voluntária foi orientada a segurar um cinto fixado embaixo da cadeira, mantendo os ombros e cotovelos flexionados, a fim de estabilizar melhor o tronco durante o teste. Antes de iniciar os testes, a voluntária executou o movimento com força submáxima (uma série de cinco repetições), para familiarização. Os testes foram realizados a partir de 30° de rotação medial para 20° de rotação lateral (teste concêntrico e o sentido oposto para o teste excêntrico) com velocidade angular do movimento de 30°/s (ARAÚJO *et al.*, 2017). A participante recebeu instrução e estímulo verbal para executar força máxima. Foram realizadas três séries de cinco repetições e registrados os torques concêntrico e excêntrico de cada repetição.

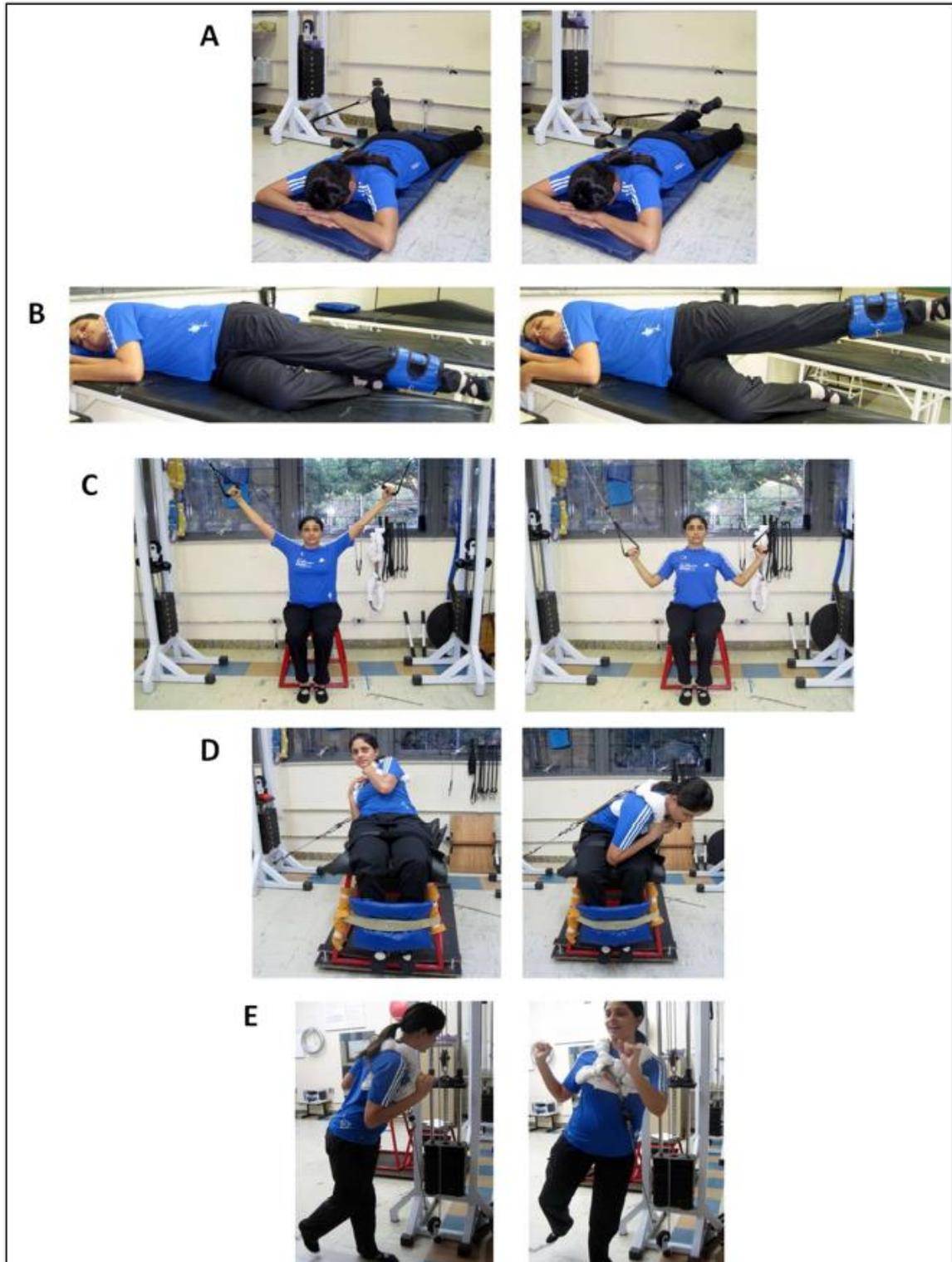
#### 2.4.6- Protocolo de fortalecimento muscular

O fortalecimento muscular do quadril e tronco foi executado durante dois meses, com uma frequência de três vezes por semana, em dias da semana de acordo com a disponibilidade da voluntária. A carga dos exercícios foi de 70% a 80% de uma repetição máxima (RM) (*American College of Sports Medicine position stand*, 2009). Durante a determinação da RM, o examinador observou o movimento em toda amplitude para garantir que a voluntária não realizou movimentos compensatórios. Para cada exercício foram realizadas três séries de nove a oito repetições, com descanso de um minuto entre as séries, com velocidade moderada e com amplitude completa de movimento (*American College of Sports Medicine position stand*, 2009). A carga foi aumentada em 5 ou 10% quando a participante foi capaz de realizar três séries de nove repetições por duas sessões consecutivas (*American College of Sports Medicine position stand*, 2009). A partir da quinta semana, o treino excêntrico dos músculos rotadores laterais e abdutores foram aumentados para 90% ou 100% de 1RM concêntrica (COLSON *et al.*, 1999; MARTIN *et al.*, 1995). Foi realizado o fortalecimento isotônico bilateral em amplitude completa dos músculos:

- (1) Rotadores laterais do quadril: a voluntária foi posicionada em decúbito ventral sobre um colchonete e utilizou uma tornozeleira fixada no aparelho *cross-over*. O joelho ficou posicionado a 90° de flexão e a participante realizou rotação lateral do quadril contra a resistência oferecida pelo equipamento (Figura 7-A) (ARAÚJO *et al.*, 2017).
- (2) Glúteo médio (porção posterior): durante esse exercício, a voluntária permaneceu em decúbito lateral na maca e executou o movimento de abdução contra uma resistência oferecida por caneleiras colocadas na parte distal da perna. A participante deveria manter o joelho em extensão e leve extensão e rotação lateral do quadril. O aplicador estabilizou com a mão a pelve das participantes que não conseguiram manter esse segmento estável durante o exercício (Figura 7-B) (ARAÚJO *et al.*, 2017).
- (3) Grande dorsal: a voluntária ficou sentada segurando duas alças conectadas ao aparelho *cross-over*, mantendo os ombros abduzidos. Durante o exercício foi solicitado que a participante deprimisse as escápulas e logo em seguida realizasse adução dos ombros, mantendo as escápulas deprimidas (Figura 7-C) (ARAÚJO *et al.*, 2017).
- (4) Abdominais oblíquos e quadrado lombar: a voluntária ficou sentada usando um colete conectado ao aparelho *cross-over* e executou o movimento de flexão associado à rotação e leve flexão lateral do tronco. As pernas e a coxa da voluntária ficaram estabilizadas por tiras de velcro fixadas no banco em que ela ficou sentada. Foi instruído para a participante manter flexão da coluna lombar durante a execução desse exercício, a fim de reduzir os movimentos compensatórios da pelve (Figura 7-D) (ARAÚJO *et al.*, 2017).
- (5) Rotadores laterais e extensores de quadril e tronco em cadeia cinemática fechada: para execução desse exercício a voluntária ficou em pé, com apoio unipodal e utilizando um colete conectado ao aparelho *cross-over*. A participante realizou extensão associada com rotação lateral do quadril e tronco. Somente a partir da quinta semana, foi adicionada carga definida a partir de 1RM. Durante a terceira e quarta semanas, as voluntárias realizaram

esses exercícios com carga mínima (cinco kg), com o objetivo de aprender a realização correta do movimento. Foi permitido, à participante que apresentou desequilíbrios durante a realização desse exercício, apoio mínimo com as mãos no aparelho *cross-over*, visto que o desequilíbrio gerava compensações que impediam a realização do movimento de forma correta (Figura 7-E) (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Figura 7- Exercícios de fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco



(A) Rotadores laterais do quadril; (B) Glúteo médio; (C) Grande dorsal; (D) Abdominais oblíquos e quadrado lombar; (E) Rotadores laterais e extensores de quadril e tronco.  
Fonte: ARAÚJO *et al.*, 2017.

## 2.5 Processamento e redução dos dados

### 2.5.1- Cinemática da marcha

Para o processamento dos dados cinemáticos, foi utilizado o *software* Visual 3D. A partir da posição dos marcadores virtuais anatômicos durante a postura estática, foi criado o modelo biomecânico de corpos rígidos, de seis graus de liberdade. Posteriormente, esse modelo foi aplicado à coleta de marcha (HAMILL *et al.*, 2013). Os segmentos criados (corpos rígidos) com seus respectivos sistema de coordenadas foram:

- Antepé (SOUZA *et al.*, 2014b): o eixo ântero-posterior foi criado pela conexão do ponto médio entre a cabeça dos metatarsos e o ponto médio entre as bases dos metatarsos. O eixo médio-lateral foi criado através dos mínimos quadrados, de forma que a soma dos quadrados da distância entre os quatro marcadores e o eixo médio-lateral foi reduzida. O eixo súpero-inferior foi criado ortogonal aos outros dois.
- Retropé (SOUZA *et al.*, 2014b): O eixo súpero-inferior foi criado pela conexão do ponto médio entre os maléolos e o ponto médio entre o sustentáculo do tálus e o tubérculo fibular. O eixo médio-lateral foi criado utilizando os mínimos quadrados da distância entre os quatro marcadores. O eixo ântero-posterior foi criado ortogonal aos outros dois eixos.
- Perna (MANAL *et al.*, 2000): O eixo súpero-inferior foi definido pela conexão do ponto médio entre os maléolos e o ponto médio entre os epicôndilos femorais. O eixo médio-lateral foi criado utilizando os mínimos quadrados da distância entre os quatro marcadores. O eixo ântero-posterior foi criado ortogonal aos outros dois eixos.
- Coxa (ARAÚJO *et al.*, 2017): o centro articular do quadril foi criado medialmente ao trocânter do fêmur (um quarto da distância entre os dois trocânteres femorais). O eixo súpero-inferior foi criado pela conexão do centro articular com o ponto médio entre os epicôndilos femorais. O eixo médio-lateral foi criado pela linha que conecta os epicôndilos femorais e o eixo ântero-posterior foi criado ortogonal aos outros dois eixos.

- Pelve (ARAÚJO *et al.*, 2017): O eixo súpero-inferior foi criado pela conexão do ponto médio entre os trocânteres femorais e o ponto médio entre o ponto mais alto das cristas ílicas. O eixo médio-lateral foi criado utilizando os mínimos quadrados da distância entre os quatro marcadores. O eixo ântero-posterior foi criado ortogonal aos outros dois eixos.

Em seguida, foram calculados os ângulos da pelve (movimento da pelve em relação ao sistema de coordenadas global do laboratório) e do quadril (movimento da coxa em relação à pelve), nos planos frontal e transversal, e do retropé-perna e antepé-perna (movimento do retropé e antepé em relação à perna), no plano frontal. Esses ângulos foram criados com a seguinte sequência de Cardan: látero-medial, ântero-posterior e súpero-inferior (HAMILL *et al.*, 2013). Foram filtrados com um filtro passa-baixa do tipo Butterworth de quarta ordem, com frequência de corte de 6 Hz. Além disso, sequências de movimento não rastreadas, com no máximo dez quadros, foram interpoladas.

A fase de apoio da marcha foi determinada entre o contato do calcâneo no solo (o pico máximo do gráfico no eixo ântero-posterior-X de um marcador do retropé) até a retirada do antepé (o pico mínimo do gráfico no eixo ântero-posterior-X de um marcador do antepé) do solo. Das 30 fases de apoio coletadas, foram consideradas válidas apenas as fases que apresentaram boa qualidade de captura dos marcadores. Algumas fases foram excluídas devido à falta de registro de mais de dez quadros dos marcadores e devido às oscilações atípicas da posição dos marcadores dos segmentos. Assim, foram analisadas de 10 a 16 fases por variável, para cada participante. As médias das amplitudes das fases de apoio válidas, para as condições pré e pós-intervenção foram calculadas para as seguintes variáveis: rotação anterior e queda da pelve e rotação medial e adução do quadril. O cálculo das médias das amplitudes de eversão do CTP (retropé e antepé em relação à perna) foi realizado apenas para a condição pré-intervenção, como variável controle.

### *2.5.2- Propriedades ativas e passivas do quadril*

Os dados obtidos pelo dinamômetro isocinético foram processados através de uma rotina criada no *software* Matlab, visto que o *software* do

dinamômetro não permite a mensuração da massa da perna e pé, e assim, a correção automática dos torques desses segmentos. Através de rotina criada pelos examinadores, os sinais foram filtrados com um filtro passa baixa do tipo Butterworth de quarta ordem com frequência de corte de 1,25 Hz. Os torques produzidos pelo peso da perna e do pé da voluntária (calculados a partir da tabela antropométrica de Dempster e cálculos trigonométricos) (WINTER, 1990), assim como o torque gerado pela alavanca, foram subtraídos pelo valor de torque total medido. Os torques passivos e ativos foram calculados da seguinte forma:

O torque passivo de rotação medial do quadril foi calculado, em newton-metros (Nm), como o valor médio dos torques produzidos nos primeiros 20° de rotação medial do quadril (ARAÚJO *et al.*, 2017) para as três repetições do teste e o valor médio das repetições foi considerado para análise estatística. As curvas, torque passivo x posição articular, plotadas pelo *software* Matlab, apresentam formato em V, sem grandes irregularidades e apenas uma posição articular na qual o torque é zero (posição de repouso articular). Foi realizada análise visual dessas curvas para verificar se apresentavam esse padrão correto (CARVALHAIS *et al.*, 2012). As curvas com padrão atípico, que indicaram erro de medida, foram excluídas da análise.

O pico (valor máximo) dos torques concêntrico e excêntrico foi obtido a partir do teste de força máxima dos rotadores laterais do quadril. Para a análise estatística foi utilizada a média dos picos das três séries. O pico de cada série foi definido como maior pico das cinco repetições.

## 2.6 Análise estatística

Para análise descritiva das amplitudes (pelve, quadril e CTP), dos torques ativos e passivos e da amplitude passiva de rotação medial do quadril foram utilizados médias e desvios-padrões. ANOVAs mistas com dois fatores entre-indivíduos (variação do CTP e grupo), cada um com dois níveis (variação grande e variação pequeno; controle e intervenção), e um fator de medida repetida (condição) com dois níveis (pré e pós-intervenção), foram realizadas para cada variável dependente (cinemática, propriedades teciduais e avaliação isocinética). Para as

variáveis cinemáticas (amplitude de rotação anterior e queda lateral da pelve, rotação medial e adução do quadril) e para as variáveis teciduais e isocinéticas (torque concêntrico e excêntrico dos rotadores laterais do quadril, torque passivo do quadril e amplitude passiva de rotação medial do quadril) foram considerados: os efeitos de interação grupo x condição e de interação grupo x condição x varismo. Contrastes pré-planejados foram utilizados para identificar quais grupos e subgrupos apresentaram diferenças significativas. Além disso, foram realizados Testes t independentes para comparar a amplitude de eversão do retropé em relação à perna entre os subgrupos com menores e maiores valores de varismo (dados normais) e Mann-Whitney para comparar a eversão do antepé em relação à perna entre os subgrupos com menores e maiores valores de varismo (dados não normais), após ter-se verificado a normalidade dos dados a partir do teste de Shapiro-Wilk. A média e desvio padrão foram utilizados para identificar a direção da diferença entre os subgrupos.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Resultados – Cinemática

A interação grupo x condição das ANOVAs, não demonstrou diferenças significativas entre os grupos intervenção e controle para as amplitudes de rotação anterior ( $p=0,634$ ) e queda da pelve ( $p= 0,948$ ) e para adução ( $p=0,855$ ) e rotação medial do quadril ( $p=0,482$ ), durante a marcha (Tabela 4). No entanto, a interação grupo x condição x varismo foi significativa ( $p=0,010$ ) para a queda da pelve. Os contrastes demonstraram que o subgrupo da intervenção com menores valores de varismo apresentou redução da queda pélvica após o fortalecimento ( $p=0,033$ ), o que não foi observado para o subgrupo da intervenção com maiores valores de varismo ( $p=0,057$ ), os valores médios dessa interação estão representados na (Tabela 5). Além disso, ambos os subgrupos de menores e maiores valores de varismo do grupo controle não apresentaram diferenças significativas na queda pélvica após o período de oito semanas ( $p=0,703$  e  $p=0,806$ , respectivamente). Apesar do valor de significância para o subgrupo de maiores valores de varismo que foi submetido à intervenção ter sido marginal ( $p=0,057$ ) para a comparação pré e pós, as médias indicaram uma tendência de aumentar a queda pélvica após a intervenção, passando de 6,24 graus antes do fortalecimento para 6,80 graus após o fortalecimento. As curvas da pelve no plano frontal (posição x tempo) durante a fase de apoio da marcha antes e após a intervenção para os subgrupos da intervenção e do controle estão representadas na (Figura 8).

Tabela 4- Significância, poder estatístico e tamanho de efeito das variáveis cinemáticas da pelve e do quadril no plano frontal e transversal para as interações de interesse

Variáveis	Grupo x Condição			Grupo x Condição x Varismo		
	p	Poder	Tamanho de efeito	p	Poder	Tamanho de efeito
Pelve Frontal	0,948	0,000	0,000	0,010*	0,560	0,381
Pelve Transverso	0,634	0,006	0,007	0,297	0,084	0,149
Quadril Frontal	0,855	0,031	0,052	0,431	0,069	0,114
Quadril Transverso	0,482	0,078	0,100	0,540	0,061	0,089

\*p≤0,05

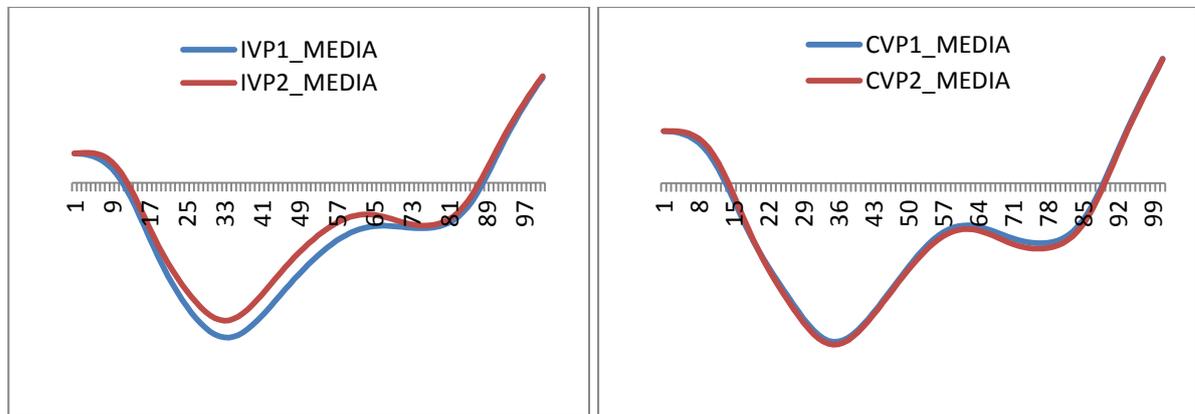
Tabela 5- Média e DP das amplitudes de movimento da pelve no plano frontal dos subgrupos da intervenção e do controle, antes e após a intervenção

Subgrupos	Condição	Pelve Frontal (°) (média±DP)	p	Poder	Tamanho de efeito
IVP	Pré- interv.	5,61 ± 2,11	0,033*	0,72	0,65
	Pós-interv.	5,06 ± 2,18			
IVG	Pré- interv.	6,24 ± 2,44	0,057	0,58	0,63
	Pós-interv.	6,80 ± 2,16			
CVP	Pré- interv.	4,94 ± 1,42	0,703	0,10	0,11
	Pós-interv.	5,03 ± 1,42			
CVG	Pré- interv.	3,25 ± 2,02	0,806	0,07	0,08
	Pós-interv.	3,19 ± 2,16			

DP: desvio padrão; Interv.: intervenção; (°): graus; IVP: intervenção varismo pequeno e IVG: intervenção varismo grande; CVP: controle varismo pequeno e CVG: controle varismo grande.

\*p≤0,05

Figura 8- Média das curvas da pelve no plano frontal (posição x tempo) das voluntárias dos subgrupos da intervenção e do controle com menores valores de varismo do CTP nas condições pré e pós-intervenção durante a fase de apoio da marcha



IVP: intervenção varismo pequeno e IVG: intervenção varismo grande; CVP: controle varismo pequeno e CVG: controle varismo grande. Os números 1 e 2 indicam as condições pré-intervenção (1) e pós-intervenção (2). O eixo das abscissas (x) representa em porcentagem a fase de apoio da marcha. O eixo das ordenadas representa a posição da pelve no plano frontal (eixo y- não foi apresentado os valores absolutos, visto que as curvas foram plotadas com o mesmo valor inicial para destacar as diferenças de amplitudes entre elas).

### 3.2 Resultados – Propriedades passivas do quadril

A interação grupo x condição foi significativa para o torque passivo do quadril ( $p=0,002$ ) e para a amplitude passiva de rotação medial do quadril ( $p=0,016$ ). Os contrastes revelaram que o grupo intervenção aumentou o torque passivo ( $p=0,001$ ) após o fortalecimento muscular e o grupo controle não apresentou nenhuma diferença significativa após a o período da intervenção ( $p=0,246$ ) (Tabela 6). Além disso, os contrastes indicaram que a amplitude passiva de rotação medial do quadril aumentou no grupo controle após o período de oito semanas ( $p=0,011$ ) e não houve diferença para o grupo intervenção após a realização do programa de fortalecimento ( $p=0,282$ ). No entanto, a interação grupo x condição x varismo apresentou diferença significativa para a amplitude passiva de rotação medial ( $p=0,047$ ), o que não foi observado para o torque passivo ( $p=0,980$ ). Os contrastes demonstraram que o subgrupo da intervenção com menores valores de varismo apresentou redução significativa da amplitude passiva de rotação medial do quadril após a intervenção ( $p=0,012$ ), e o subgrupo do controle com maiores valores de varismo apresentou aumento da amplitude passiva de rotação medial do quadril

( $p=0,007$ ) após o período de oito semanas, o que não ocorreu com o subgrupo do controle com valores menores de varismo ( $p=0,242$ ) (Tabela 7).

Tabela 6- Média da amplitude passiva de rotação medial do quadril e do torque passivo do quadril, antes e após o fortalecimento dos grupos intervenção e controle

Variáveis	Intervenção			Controle		
	Pré- interv.	Pós-interv.	p	Pré- interv.	Pós-interv.	p
Amplitude passiva de rotação medial do quadril (°) (média±DP)	47,81	46,66	0,282	49,00	50,51	0,011*
Média do torque passivo (Nm)	1,28 ± 0,59	1,60 ± 0,66	0,001*	1,27 ± 0,58	1,15 ± 0,62	0,246

DP: desvio padrão; (°): graus; Nm: Newton-metro; Interv.: intervenção.

\* $p \leq 0,05$

Tabela 7- Média e DP da amplitude passiva de rotação medial do quadril e do torque passivo dos subgrupos da intervenção e do controle, antes e após a intervenção

Subgrupos	Condição	Amplitude passiva de rotação medial do quadril (°) (média±DP)	p	Média do torque Passivo (Nm)
IVP	Pré- interv.	45,40 ± 6,14	0,012*	1,21 ± 0,50
	Pós-interv.	41,66 ± 8,74		1,48 ± 0,54
IVG	Pré- interv.	50,22 ± 7,83	0,317	1,35 ± 0,68
	Pós-interv.	51,66 ± 10,99		1,71 ± 0,78
CVP	Pré- interv.	49,23 ± 7,13	0,242	1,36 ± 0,67
	Pós-interv.	50,35 ± 7,62		1,18 ± 0,66
CVG	Pré- interv.	48,76 ± 9,55	0,007*	1,19 ± 0,47
	Pós-interv.	50,68 ± 9,45		1,11 ± 0,61

DP: desvio padrão; (°): graus; Nm: Newton-metro; Interv.: intervenção; IVP: intervenção varismo pequeno e IVG: intervenção varismo grande; CVP: controle varismo pequeno e CVG: controle varismo grande.

\* $p \leq 0,05$

### 3.3 Resultados – Propriedades ativas do quadril

As interações grupo x condição das ANOVAs foram significativas para o pico de torque concêntrico ( $p < 0,001$ ) e pico de torque excêntrico ( $p < 0,001$ ) dos rotadores laterais do quadril. No entanto, os efeitos do fortalecimento para as propriedades ativas não foram dependentes do varismo do CTP (não houve interação grupo x condição x varismo; torque dos rotadores laterais concêntrico  $p = 0,207$  e excêntrico  $p = 0,100$ ). Os contrastes revelaram que o grupo intervenção aumentou o pico de torque concêntrico ( $p < 0,001$ ) e o pico de torque excêntrico dos rotadores laterais ( $p < 0,001$ ) após o programa de fortalecimento muscular do quadril e tronco (Tabela 8). Não foi observada nenhuma mudança do torque concêntrico ( $p = 0,623$ ) e excêntrico ( $p = 0,216$ ) no grupo controle após o período de oito semanas.

Tabela 8- Média e DP dos toques ativos, antes e após a intervenção para ambos os grupos (controle e intervenção)

Variáveis	Intervenção			Controle		
	Pré- interv.	Pós-interv.	p	Pré- interv.	Pós-interv.	p
Pico de torque concêntrico (Nm)	25,16 ± 5,03	34,56 ± 8,32	0,000*	27,29 ± 7,19	27,76 ± 5,53	0,623
Pico de torque excêntrico (Nm)	29,37 ± 6,22	40,11 ± 9,24	0,000*	30,28 ± 6,87	31,17 ± 6,29	0,216

DP: desvio padrão; Interv.: intervenção; Nm: Newton-metro.

\* $p < 0,001$

### 3.4 Resultados – Objetivo secundário

O teste Mann-Whitney revelou que as participantes com menores valores de varismo apresentam menores amplitudes de eversão do antepé em relação à perna ( $p < 0,001$ ) durante a fase de apoio da marcha em comparação com as voluntárias com maiores valores de varismo na condição pré-intervenção (Tabela 9). O Teste t independente demonstrou que não houve diferença significativa para a

amplitude de eversão do retropé em relação à perna durante a fase de apoio da marcha entre os grupos de maiores e menores valores de varismo ( $p= 0,104$ ) na condição pré-intervenção (Tabela 9).

Tabela 9- Média e desvio-padrão das amplitudes das articulações do CTP dos grupos com maiores e menores valores de varismo

Variáveis/Grupos	Varismo pequeno (média±DP)	Varismo grande (média±DP)	p
Antepé-perna (°)	9,86 ± 4,09	14,88 ± 4,17	0,000*
Retropé-perna (°)	7,80 ± 3,25	9,18 ± 2,78	0,104

DP: desvio padrão; CTP: complexo tornozelo-pé; (°): graus.  
\* $p \leq 0,001$

## 4 DISCUSSÃO

O fortalecimento muscular do quadril e do tronco reduziu a amplitude da queda lateral da pelve durante a marcha e a amplitude passiva de rotação medial do quadril somente no subgrupo da intervenção com menores valores de varismo do CTP, como hipotetizado. O fortalecimento também aumentou os torques ativos (concêntrico e excêntrico) e o torque passivo dos rotadores laterais do quadril, e esse efeito não dependeu do nível de varismo do CTP. O pressuposto de que mulheres com maiores valores de varismo do CTP apresentariam maiores amplitudes de pronação do CTP foi confirmado parcialmente, uma vez que a eversão do antepé-perna foi maior em mulheres com maior varismo do CTP, enquanto houve apenas tendência de maior eversão do retropé-perna nessas mulheres.

O protocolo de fortalecimento muscular aplicado neste estudo teve duração de oito semanas, e isso indica que o tempo foi suficiente para gerar modificações nas propriedades ativas e passivas do sistema musculoesquelético (ARAÚJO *et al.*, 2012; ABE *et al.*, 2000). O aumento dos torques ativos (concêntrico e excêntrico) dos rotadores laterais do quadril pode ser explicado pelas adaptações neurais e pelo ganho de hipertrofia (ABE *et al.*, 2000; NARICI *et al.*, 1989). Neste estudo, o ganho de hipertrofia muscular não foi mensurado, porém este tipo de ganho foi uma possível adaptação muscular gerada pelo treinamento aplicado. Assim, o ganho de hipertrofia muscular poderia explicar também (ARAÚJO *et al.*, 2012): (1) o aumento do torque passivo do quadril mensurado pelo dinamômetro isocinético, o qual foi observado no grupo intervenção, independente do nível de varismo e (2) o aumento da resistência passiva do quadril demonstrado pela redução da amplitude passiva de rotação medial do quadril medida por meio da “posição de primeira resistência detectável”, somente no subgrupo com menores valores de varismo.

Visto que o aumento dos torques concêntrico e excêntrico dos rotadores laterais do quadril (mensurados pelo dinamômetro isocinético) observado no grupo intervenção não dependeu do nível do varismo do CTP, é provável que a redução da queda lateral da pelve observada apenas para o subgrupo com menores valores de varismo do CTP não esteja relacionada com ganho de força máxima desse grupo muscular. A força máxima dos abdutores do quadril não foi avaliada no presente

estudo. No entanto, estudos demonstraram que não existe associação entre a força máxima de abdutores de quadril e a queda lateral da pelve durante a marcha (POHL *et al.*, 2015) e durante o apoio unipodal (KENDALL *et al.*, 2010). Outros estudos demonstraram que maior força dos abdutores do quadril está associada com menor adução e rotação medial do fêmur durante o agachamento unipodal (BALDON *et al.*, 2011) e no momento de aterrissagem do salto (BITTENCOURT *et al.*, 2012). No entanto, a força máxima dos abdutores de quadril não é correlacionada com a adução do quadril durante a corrida (BAGGALEY *et al.*, 2015). Além disso, a massa corporal e a velocidade de marcha parecem ser pontos chave para explicar a variabilidade do momento de adução do quadril durante a marcha e não a força dos abdutores dessa articulação (RUTHERFORD & HUBLEY-KOZEY, 2009). Logo, a observação dos movimentos da pelve e do quadril em diferentes atividades (marcha, apoio unipodal, agachamento e salto) poderia explicar a diferença de resultados. Assim, parece que a capacidade de geração de força máxima do quadril não explica completamente o padrão de movimento da pelve e do quadril no plano frontal e que o tipo de atividade executada influencia a magnitude da força produzida por esses músculos para estabilizar a pelve e o quadril.

De acordo com o explicitado acima, o efeito do fortalecimento sobre a queda pélvica e a influência do varismo do CTP sobre esse efeito cinemático podem estar relacionados também com as mudanças nas propriedades passivas do quadril, e não prioritariamente com o aumento da capacidade de produção de força muscular ativa do quadril. A intensidade e a duração do protocolo de fortalecimento foram adequadas e suficientes para gerar mudanças nas propriedades passivas do quadril (ARAÚJO *et al.*, 2012). A marcha, que foi a atividade avaliada neste estudo, é uma atividade energeticamente conservativa (WINTER & ROBERTSON, 1978), que explora a resistência passiva oferecida pelos tecidos musculoesqueléticos. A magnitude dos torques articulares totais produzidos durante uma tarefa é determinada pelas demandas dessa tarefa (HEIDERSCHEIT, 2011). A maior ou menor capacidade de geração de torque ativo máximo, geralmente medido por dinamometria, não significa que, durante a marcha, esses músculos irão produzir maior ou menor força; salvo casos em que essa capacidade é menor que a requerida pela tarefa (HEIDERSCHEIT, 2011) (o que pode explicar a comum ausência de relação entre força muscular de abdutores de quadril e queda pélvica, na literatura). No presente estudo, o aumento da capacidade de geração de torques

ativos pelos músculos rotadores laterais do quadril, após a aplicação do programa de fortalecimento, não necessariamente trouxe uma maior produção de força ativa desses músculos durante a marcha. Isso pode explicar o contraste entre (a) a influência do varismo sobre os efeitos cinemáticos do fortalecimento e (b) a ausência de influência do varismo sobre o ganho de força muscular dos rotadores laterais do quadril. Diferentemente, os achados observados para a amplitude passiva de rotação medial do quadril foram dependentes da magnitude do varismo do CTP, o que sugere uma associação dos efeitos cinemáticos do fortalecimento com os efeitos sobre as propriedades passivas do quadril. A medida da “posição de primeira resistência detectável” mensura a resistência que os tecidos do quadril (cápsula, ligamentos, tendões, fâscias e músculos) oferecem ao movimento de rotação medial dessa articulação na ausência contração muscular (CARVALHAIS *et al.*, 2011). Vale destacar que alguns tecidos que oferecem resistência ao movimento de rotação medial, também podem resistir à adução do quadril, e conseqüentemente, à queda lateral da pelve (NEUMANN, 2006). Logo, a redução da queda lateral da pelve, identificada no subgrupo com menores valores de varismo, poderia ser explicada através dos maiores ganhos de resistência passiva do quadril, identificados pela medida clínica de “posição de primeira resistência detectável” e não pelo aumento dos torques ativos (concêntrico e excêntrico) dos rotadores laterais.

Os estudos que realizaram fortalecimento de músculos do quadril com o objetivo de reduzir a queda lateral da pelve e a adução e rotação medial do quadril apresentaram resultados controversos. Alguns estudos demonstraram que, após a intervenção, foi observado aumento de força muscular do quadril, porém não foi observada redução da queda pélvica durante a marcha (KENDALL *et al.*, 2010) e nos momentos de adução e rotação medial do quadril durante o salto (HERMAN *et al.*, 2008). Outros estudos, que também demonstraram ganho de força dos músculos do quadril após a aplicação de programas de fortalecimento direcionado a esses músculos, observaram redução da queda pélvica (BALDON *et al.*, 2012; WILLY & DAVIS 2011) e da rotação medial e adução do quadril/fêmur (ARAÚJO *et al.*, 2017; BALDON *et al.*, 2012; WILLY & DAVIS 2011; TONLEY *et al.*, 2010) durante atividades em cadeia cinemática fechada, tais como agachamento unipodal, salto e descida de degrau. Efeitos em variáveis cinéticas dinâmicas, como a redução do momento de adução do quadril durante a marcha, também foram observados após o fortalecimento de músculos do quadril (FOROUGH *et al.*, 2011). A duração da

intervenção, a intensidade do treinamento, o tipo da atividade avaliada, a associação ou não do fortalecimento dos músculos do quadril com o fortalecimento do tronco, o uso ou ausência de instruções corretivas durante o programa de exercícios e a realização de algum tipo de esporte durante o período da intervenção são possíveis fatores que influenciaram esses diferentes resultados. Estes estudos sugerem que intervenções com maior duração e intensidade, que associam o fortalecimento do tronco e utilizam técnicas corretivas do alinhamento dos membros inferiores durante os exercícios, apresentam melhores resultados para modificar a cinemática da pelve e quadril durante atividades que exigem maior força dos músculos do quadril, como salto e agachamento.

A redução da queda pélvica na marcha observada apenas em mulheres com menor varismo, submetidas ao fortalecimento, pode ser uma consequência apenas da influência da menor pronação do CTP (antepé) durante a fase de apoio da marcha (Figura 2). Entretanto, esse mesmo efeito cinemático no subgrupo com menor varismo também pode estar relacionado com efeitos do fortalecimento observados nas propriedades teciduais passivas (Figura 2); especificamente, a redução na amplitude passiva de rotação medial do quadril, que também ocorreu apenas no subgrupo com menor varismo. Vale ressaltar que, associadamente ao ganho de resistência passiva do quadril, o aumento de força de outros grupos musculares, também, pode estar relacionado com a redução da queda lateral da pelve no subgrupo da intervenção com menores valores de varismo do CTP. No entanto, isso não pode ser afirmado neste estudo, pois somente a força dos rotadores laterais do quadril foi mensurada. As participantes com maiores valores de varismo do CTP apresentam maior pronação do CTP (antepé), e consequentemente, podem apresentar maior adução do quadril e queda lateral da pelve (BARWICK *et al.*, 2012; TATEUCHI & WADA & ICHIHASHI, 2011). Esse padrão cinemático frequente durante as atividades diárias poderia reduzir a resistência passiva do quadril, devido ao maior uso dos tecidos em torno dessa articulação em comprimentos mais alongados (HERBERT, 1988; STEVENS *et al.*, 2004; HERZOG, *et al.*, 1991; SAVELBERG & MEIJER, 2003). Ou seja, o padrão de uso em comprimentos mais alongados desses tecidos pode ter reduzido ou anulado o efeito da provável hipertrofia muscular sobre a redução da amplitude passiva de rotação medial do quadril. Além de a amplitude passiva de rotação medial do quadril não ter modificado no subgrupo da intervenção com maior varismo, o mesmo

subgrupo do controle apresentou um aumento dessa amplitude passiva. Esse resultado sugere que os indivíduos que não foram submetidos à intervenção, com maiores valores de varismo, estavam em processo de adaptação tecidual no quadril, com aumento de amplitude passiva de rotação medial dessa articulação. Dessa forma, o fortalecimento dos músculos do quadril e tronco preveniu que, ao longo das oito semanas, mulheres com maiores valores de varismo apresentassem redução da resistência passiva do quadril.

As mudanças no torque passivo do quadril mensuradas pelo dinamômetro isocinético não foram diferentes entre os subgrupos com menores e maiores valores de varismo do CTP, diferentemente da medida clínica de “posição de primeira resistência detectável” (amplitude passiva de rotação medial do quadril). Ambos os subgrupos apresentaram aumento do torque passivo do quadril. O dinamômetro isocinético é o instrumento padrão ouro para medir a resistência passiva do quadril (CARVALHAIS *et al.*, 2011); no entanto, a forma como o torque foi mensurado (de 0° articular até 20° de rotação medial) pode não ter sido suficiente para capturar esse aumento de resistência passiva identificada pela medida de “posição de primeira resistência detectável”. A resistência passiva ao movimento de rotação medial do quadril é dependente do comprimento dos tecidos ao redor do quadril e da área de secção transversa dos músculos dessa articulação (HERBERT, 1988; ARAÚJO *et al.*, 2012). O fortalecimento muscular realizado em posições específicas (com o grupo muscular encurtado ou alongado) pode modificar o comprimento desses músculos (reduzir ou aumentar) através da redução ou adição de sarcômeros em série (AQUINO *et al.*, 2010; OCARINO *et al.*, 2008). Considerando que o protocolo de fortalecimento muscular foi realizado em toda amplitude de movimento, não era esperado que ocorresse redução do comprimento dos tecidos em torno do quadril, somente aumento na área de secção transversa desse músculo e uma mudança da posição de repouso articular na direção de posições de maior rotação lateral do quadril (ARAÚJO *et al.*, 2017; OCARINO *et al.*, 2008). Com isso, a medida clínica de “posição de primeira resistência detectável” identificou, no subgrupo de menores valores de varismo, um menor ângulo após o fortalecimento, provavelmente devido os maiores ganhos promovidos pelos efeitos da hipertrofia muscular. Já a medida do dinamômetro isocinético capturou os torques em cada posição angular em uma amplitude total limitada (0° articular até 20° de rotação medial). Apesar da amplitude mensurada pelo dinamômetro isocinético ser a mais utilizada durante atividades

diárias (LEVENS *et al.*, 1948), o torque passivo total, que seria a mensuração dos torques em cada posição articular em toda amplitude de rotação medial disponível nas condições pré e pós-intervenção, não foram mensurados. É possível que, se o torque passivo total tivesse sido calculado pelo dinamômetro isocinético, essa diferença entre os subgrupos fosse identificada. Isso poderia explicar a diferença dos resultados observados pela medida clínica e pelo dinamômetro isocinético entre os subgrupos da intervenção (maiores e menores valores de varismo do CTP), sobre a resistência passiva ao movimento de rotação medial do quadril. É importante notar que a diferença nos resultados da amplitude passiva e do torque passivo não permite concluir se a redução da queda pélvica na marcha em mulheres com menor varismo foi (a) relacionada a maiores efeitos teciduais passivos nesse subgrupo ou (b) se esse efeito cinemático específico é somente um efeito da tendência de haver menor queda pélvica por causa da menor pronação do CTP na marcha das mulheres com menor varismo.

O aumento dos torques, passivo e ativo (concêntrico e excêntrico dos rotadores laterais) no grupo intervenção e a redução da amplitude passiva de rotação medial do quadril identificada no subgrupo da intervenção com menores valores de varismo não influenciaram as amplitudes dos movimentos no plano frontal e transversal do quadril e no plano transversal da pelve durante a marcha. Talvez fosse necessário um programa de treinamento neuromuscular com exercícios funcionais para permitir que o sistema motor explorasse os novos recursos providos pelo fortalecimento e as novas possibilidades de movimento, para reduzir significativamente a rotação anterior da pelve e a rotação medial do quadril (BALDON *et al.*, 2012; WILLY & DAVIS 2011; TONLEY *et al.*, 2010; OLSON *et al.*, 2011; BARENDRECHT *et al.*, 2011). Poderia ser necessário, também, um programa de treinamento com um período maior de tempo para gerar maiores modificações nos tecidos musculoesqueléticos e, conseqüentemente, maiores efeitos cinemáticos da pelve e do quadril durante a marcha. Mesmo assim, não se sabe se esse padrão seria adotado após essa exploração. Além disso, existe uma dificuldade técnica para capturar adequadamente os movimentos e as mudanças cinemáticas da coxa no plano frontal e transversal, devido a maiores erros relacionados artefatos de tecidos moles (HAMILL *et al.*, 2013). Além de, por si só, contribuir para uma maior variabilidade nos dados, esta dificuldade pode ter impedido a detecção de possíveis efeitos do fortalecimento e diferenças entre grupos. A movimentação dos tecidos ao

redor do fêmur provoca grande variabilidade dos ângulos no plano frontal e transversal (HAMILL *et al.*, 2013), e durante a marcha os ângulos no plano transversal são menores, comparado com os outros planos (MAGEE, 2010b). Esses fatores podem ter dificultado a identificação de possíveis diferenças significativas (PORTNEY, 2009) para o quadril nos planos transversal e frontal.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Somente mulheres saudáveis, assintomáticas e sem identificação das alterações de movimento participaram do estudo. Entretanto, uma das justificativas para incluir somente mulheres, é que mulheres apresentam maior queda pélvica e adução do fêmur durante atividades de cadeia cinemática fechada em comparação com os homens (BALDON *et al.*, 2011). Dessa forma, mulheres poderiam se beneficiar mais do fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco em comparação com homens. Outra limitação foi a alocação não-aleatória das participantes nos grupos e o fato de o avaliador não ter sido cegado sobre essa alocação. Nem todas voluntárias que entraram nos critérios de inclusão tinham disponibilidade para participar do grupo intervenção. Dessa forma, não foi possível aleatorizar a alocação das participantes nos grupos. Com isso, as voluntárias foram alocadas nos grupos de acordo com a disponibilidade para participar do estudo. As mulheres que se voluntariaram a participar do grupo intervenção com o objetivo de obter melhoras poderiam ter maior tendência de se beneficiarem do fortalecimento muscular do quadril e tronco. Todos esses fatores poderiam gerar vieses; no entanto, o uso de medidas objetivas e padronizadas, com a utilização de instrumentos padrão-ouro, pode ter minimizado esses possíveis efeitos. Os resultados deste estudo não podem ser generalizados para indivíduos do sexo masculino ou que apresentam sintomas. Entretanto, vale ressaltar que esses resultados apontam para os potenciais efeitos em indivíduos sintomáticos, visto que estes são alvos frequentes do tipo de intervenção estudada, na prática clínica. Assim, estudos futuros devem avaliar o efeito do fortalecimento dos músculos do quadril e tronco em pacientes que apresentam alterações de movimento da pelve e quadril durante a marcha e com disfunções lombopélvicas e dos membros inferiores, em ambos os sexos, para avaliar se os homens e pacientes com essas disfunções apresentam as mesmas respostas ao protocolo de fortalecimento aplicado.

O desalinhamento e maior mobilidade do CTP (aqui chamados, em conjunto, de varismo) estão associados com maiores amplitudes de pronação do

CTP durante a marcha (SOUZA *et al.*, 2014a). Esses resultados mostram que mulheres que apresentam maiores valores de varismo do CTP apresentam menor capacidade de se beneficiarem dos efeitos do fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco sobre as propriedades passivas do quadril para reduzir a queda lateral da pelve. Os presentes resultados demonstram como características individuais interferem nos efeitos de intervenções clínicas, o que traz implicações para a interpretação de achados de estudos que não consideram individualidades. No presente estudo, a análise sem a consideração do varismo (interação condição x grupo), não revelou efeitos da intervenção sobre a cinemática. Assim, se apenas essa análise tivesse sido realizada, poderia se concluir que a intervenção não é indicada para modificar a queda pélvica. Por outro lado, a consideração da magnitude do varismo (interação varismo x condição x grupo) demonstrou que a intervenção modifica a queda pélvica em indivíduos com menor varismo, o que permite concluir que o fortalecimento usado possui efeitos diferentes, dependentes de uma característica individual. Para a prática clínica, esses resultados destacam a importância da avaliação de características específicas de um paciente para a escolha de uma intervenção. A avaliação do nível de desalinhamento e mobilidade do CTP deve ser incluída nos casos em que o objetivo do tratamento fisioterapêutico seja reduzir a queda lateral da pelve, visto que é um dos fatores individuais que influenciam os efeitos do fortalecimento dos músculos do quadril e tronco sobre a cinemática da pelve. Assim, são necessários outros tipos de intervenções que possam auxiliar na obtenção das mudanças cinemáticas desejadas, frente à presença de desalinhamentos e maior mobilidade do CTP nesses indivíduos. O fortalecimento dos músculos do quadril e tronco poderia ser associado com o uso de palmilhas ortopédicas, para reduzir a pronação do CPT, devido ao desalinhamento do CTP (MÉNDEZ *et al.*, 2012; BARWICK *et al.*, 2012) e assim, potencializar os efeitos do fortalecimento dos músculos do quadril e tronco em pessoas com maiores valores de varismo do CTP. O uso de palmilhas corretivas poderia reduzir a influência do desalinhamento e maior mobilidade do CTP sobre a cinemática da pelve no plano frontal (HSU *et al.*, 2014; WILLIAMS *et al.*, 2003), e assim, não prejudicar os efeitos do fortalecimento dos músculos do quadril e tronco sobre o aumento das propriedades passivas do quadril e sobre a redução da queda lateral da pelve. Novos estudos incluindo a associação das duas intervenções (fortalecimento dos músculos do quadril e tronco e o uso de palmilhas) poderiam

demonstrar se o uso de palmilhas corretivas realmente potencializaria os efeitos do fortalecimento muscular do quadril e tronco, em indivíduos com maiores valores de varismo do CTP.

## 5 CONCLUSÃO

O fortalecimento muscular do quadril e tronco foi capaz de reduzir a amplitude de queda pélvica em mulheres que apresentavam menores valores de varismo do CTP durante a marcha com velocidade habitual. O mesmo não foi observado para mulheres que apresentavam maiores valores de varismo do CTP. A redução da queda pélvica após o programa de fortalecimento dos músculos do quadril e tronco foi influenciada pelo varismo do CTP, indicando que mulheres com menores valores de varismo do CTP apresentam maiores chances de se beneficiarem dos ganhos de torque passivo do quadril para reduzir o excesso de movimento da pelve no plano frontal durante a fase de apoio da marcha. O programa de fortalecimento dos músculos do quadril e tronco promoveu redução da amplitude rotação medial passiva do quadril (posição de primeira resistência à rotação medial) somente para o subgrupo de mulheres com menores valores de varismo do CTP. Além disso, o fortalecimento dos músculos do quadril e tronco promoveu aumento do torque passivo do quadril e dos torques concêntrico e excêntrico de rotadores laterais do quadril, independente da magnitude do varismo do CTP. Mulheres com maiores desalinhamentos do CTP não se beneficiaram com as mudanças nas propriedades mecânicas do quadril resultantes do fortalecimento. Com isso, é necessário considerar o varismo (alinhamento ósseo e mobilidade) do CTP quando o objetivo da intervenção for melhorar a cinemática da pelve no plano frontal durante a marcha.

## REFERÊNCIAS

ABE, T. *et al.* Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European journal of applied physiology**, v. 81, n. 3, p. 174–80, 2000.

American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar. 2009.

AQUINO, C. F. *et al.* Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: A randomized controlled trial. **Manual Therapy**, v. 15, n. 1, p. 26–31, 2010.

ARAÚJO, V. L. *et al.* Efeito dos exercícios de fortalecimento e alongamento sobre a rigidez tecidual passiva. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, n. 4, p. 869–882, 2012.

\_\_\_\_\_.; SOUZA, T. R.; CARVALHAIS V.O.C.; CRUZ, A.C.; FONSECA S.T. Effects of hip and trunk muscle strengthening on hip function and lower limb kinematics during step-down task. **Clin Biomech**. v.44, p.28-35. 2017.

ARNOLD, A S.; KOMATTU, A V; DELP, S. L. Internal rotation gait: a compensatory mechanism to restore abduction capacity decreased by bone deformity. **Developmental medicine and child neurology**, v. 39, p. 40–44, 1997.

BAGGALEY, M. *et al.* Frontal plane kinematics of the hip during running: Are they related to hip anatomy and strength? **Gait and Posture**, v. 42, n. 4, p. 505–510, 2015.

BALDON, R. D. *et al.* Relationship Between Eccentric Hip Torque and Lower-Limb Kinematics: Gender Differences. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 27, n. 3, p. 223–232, 2011.

\_\_\_\_\_. *et al.* Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 1, p. 135–145, 2012.

BARENDRECHT, M.; LEZEMAN, H. C.; DUYSSENS, J.; SMITS- ENGELSMAN, B. C. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 3, p. 575–584, 2011.

BARWICK, A.; SMITH, J.; CHUTER, V. The relationship between foot motion and lumbopelvic-hip function: a review of the literature. **Foot (Edinb)**, v.22, n.3, p. 224-231, Sept. 2012.

BITTENCOURT, N. F. N. *et al.* Foot and hip contributions to high frontal plane knee projection angle in athletes: a classification and regression tree approach. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 42, n. 12, p. 996–1004, 2012.

CAPPOZZO, A *et al.* Position and orientation in space of bones during movement. **Clin. Biomech.**, v. 10, n. 4, p. 171–178, 1995.

CARVALHAIS, V. O. DO C. *et al.* Validity and reliability of clinical tests for assessing hip passive stiffness. **Manual Therapy**, v. 16, n. 3, p. 240–245, 2011.

\_\_\_\_\_; OCARINO, J.; ARAUJO, V.L.; SOUZA, T.R.; FONSECA, S.T. Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: an *in vivo* experiment. **J Biomech.** v.46, n.5, p.1003-1007, 2012.

CASARTELLI, N. C. *et al.* Hip muscle weakness in patients with symptomatic femoroacetabular impingement. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 19, n. 7, p. 816–821, 2011.

COLSON, S.; POUSSON, M.; MARTIN, A.; VAN, H. J. Isokinetic elbow flexion and coactivation following eccentric training. **J Electromyogr Kinesiol**, v.9, n.1, p. 13-20, Feb. 1999.

CRAM, J. R.; KASMAN, G. S.; HOLTZ, J. Electrode Placements. In: **Introduction to surface electromyography**. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 1998. cap. 14, p. 45-80.

FONSECA, S. T.; OCARINO, J. M.; SILVA P. L. P; AQUINO C. F. Integration of stress and their relationship to the kinetic chain. In: MAGEE, D. J.; ZACHAZEWSKI, J. E.; QUILLEN, W. S. **Scientific foundations and principles of practice in musculoskeletal rehabilitation**. St Louis: Saunders Elsevier, 2007. cap. 23, p. 476-486.

FOROUGH, N. *et al.* Lower limb muscle strengthening does not change frontal plane moments in women with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. **Clinical Biomechanics**, v. 26, n. 2, p. 167–174, 2011.

FREDERICSON, M. *et al.* Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 10, n. 3, p. 169–175, 2000.

GROSS, K. D. *et al.* Varus foot alignment and hip conditions in older adults. **Arthritis and Rheumatism**, v. 56, n. 9, p. 2993–2998, 2007.

HAMILL, J; SELBIE, W.S.; KEPPEL, T.M.; Three Dimensional Kinematics In: Robertson D. G. E. *et al.*, **Research Methods Biomechanics**. 2<sup>a</sup> ed. Human Kinetics Publishers, 2013. Cap 02, p.36-57.

HEIDERSCHEIT, B. Lower Extremity Injuries: Is It Just About the Hip. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 39–41, 2011.

HERBERT, R. The passive mechanical properties of muscle and their adaptations to altered patterns of use. **Aust J Physiother**, v. 34, n. 3, p. 141–149, 1988.

HERMAN, D. C. *et al.* The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. **The American journal of sports medicine**, v. 36, n. 4, p. 733–740, 2008.

HERZOG, W.; GUIMARAES, A.C.; ANTON, M.G.; CARTER-ERDMAN, K.A. Moment-length relations of rectus femoris of speed skaters/ cyclists and runners. **Med Sci Sports Exerc** 23: 1289–1296, 1991.

HSU, W. H. ; LEWIS, C. L.; MONAGHAN, G. M.; SALTZMAN, E.,; HAMILL, J.; HOLT, K. G. Orthoses posted in both the forefoot and rearfoot reduce moments and angular impulses on lower extremity joints during walking. **Journal of Biomechanics**, v. 47, p. 2618–2625, 2014.

HUANG, Y. P. *et al.* Gait adaptations in low back pain patients with lumbar disc herniation: Trunk coordination and arm swing. **European Spine Journal**, v. 20, n. 3, p. 491–499, 2011.

KENDALL, K. *et al.* the Relationship Between Hip Abductor Muscle Strength and Magnitude of Pelvic Drop Following a 3 Week Strengthening Protocol in Non-Specific Low Back Pain Patients. **J Sport Rehabil**, p. 422–435, 2010.

LEARDINI, A. *et al.* Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. **Gait and Posture**, v. 25, n. 3, p. 453–462, 2007.

LEVENS, A.S.; INMAN, V.T.; BLOSSER, J.A. Transverse rotation of the segments of the lower extremity in locomotion. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, vol.30A, n.4, p.859-870, 1948.

MAGEE, D. J. Perna, tornozelo e pé. In: MAGEE, D. J. **Avaliação Musculoesquelética**. 5. ed. São Paulo, SP: Manole, 2010a. cap.13, p.852-872.

MAGEE, D. J. Avaliação da marcha. In: MAGEE, D. J. **Avaliação Musculoesquelética**. 5. ed. São Paulo, SP: Manole, 2010b. cap.13, p.940-959.

MANAL, K. *et al.* Comparison of surface mounted markers and attachment methods in estimating tibial rotations during walking: An in vivo study. **Gait and Posture**, v. 11, n. 1, p. 38–45, 2000.

MARTIN, A.; MARTIN, L.; MORLON, B. Changes induced by eccentric training on force-velocity relationships of the elbow flexor muscles. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.72, n.1-2, p. 183-185, 1995.

MÉNDEZ, A. C.; MUNUERA, P. V.; CABELLO M. A. The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: A randomized, double-blinded, clinical trial. **Prosthetics and Orthotics International**; v.37, n.5, p.384–390. 2012.

MENDONÇA, L. D. M.; BITTENCOURT, N. F. N.; AMARAL, G. M.; DINIZ, L. S.; SOUZA, T. R.; FONSECA, S. T. A quick and reliable procedure for assessing foot alignment in athletes. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. v.103, n.5, p.405-10. 2013.

MICHAUD, T. C.; In: HAMMER, W. I.; *Functional Soft-tissue Examination and Treatment by Manual Methods*. **Jones & Bartlett** 2007.cap. 08, p. 404-410.

MONAGHAN, G. M. *et al.* Forefoot angle determines duration and amplitude of pronation during walking. **Gait and Posture**, v. 38, n. 1, p. 8–13, 2013.

MYERS T. W As Linhas Funcionais. In: MYERS T.W. **Trilhos Anatômicos**. Barueri, SP: Manole, 2001. cap. 8, p. 183-190.

NARICI, M. V. *et al.* Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 59, n. 4, p. 310–319, 1989.

NEUMANN D.A. Quadril. In: NEUMANN D.A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético**. Editora Guanabara, 2006. p. 391-434.

NOEHREN, B.; DAVIS, I.; HAMILL, J. ASB Clinical Biomechanics Award Winner 2006. Prospective study of the biomechanical factors associated with iliotibial band syndrome. **Clinical Biomechanics**, v. 22, n. 9, p. 951–956, 2007.

NOURBAKHS, M. R.; ARAB, A. M. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 32, n. 9, p. 447–460, 2002.

OCARINO, J. M. *et al.* Alterations of stiffness and resting position of the elbow joint following flexors resistance training. **Manual Therapy**, v. 13, n. 5, p. 411–418, 2008.

OLSON, T. J. *et al.* Comparison of 2D and 3D kinematic changes during a single leg step down following neuromuscular training. **Physical Therapy in Sport**, v. 12, n. 2, p. 93–99, 2011.

POHL, M. B. *et al.* Experimentally reduced hip-abductor muscle strength and frontal-plane biomechanics during walking. **Journal of Athletic Training**, v. 50, n. 4, p. 385–391, 2015.

PORTNEY, L.G.; WATKINS, M.P. Statistical Inference. In: **Foundations of clinical research: applications to practice**. New Jersey: Prentice Hall Health; 2009. cap.18, p.405-429.

ROOT M, ORION WP, WEED JH: Normal and Abnormal Function of the Foot, **Clinical Biomechanics Corp**, Los Angeles, 1977.

RUTHERFORD, D. J.; HUBLEY-KOZEY, C. Explaining the hip adduction moment variability during gait: Implications for hip abductor strengthening. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 3, p. 267–273, 2009.

SAVELBERG, H. H. C. M.; MEIJER, K. Contribution of mono- and biarticular muscles to extending knee joint moments in runners and cyclists. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 94, n. 6, p. 2241–8, 2003.

SILVA, R. S.*et al.* The influence of forefoot varus on eccentric hip torque in adolescents. **Manual Therapy**, v. 18, n. 6, p. 487–491, 2013.

SILVA, S. S.; MACIEL C. D.; SERRÃO, F. V. The effects of forefoot varus on hip and knee kinematics during single-leg squat. **Manual Therapy**; v.20, p.79-83. 2015.

SNYDER, K. R.; EARL, J. E.; O'CONNOR, K. M.; EBERSOLE, K. T. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.24, n.1, p. 26-34, Jan. 2009.

SOUZA, T. R.; PINTO, R. Z.; TREDE, R. G.; KIRKWOOD, R. N.; FONSECA, S. T. Temporal couplings between rearfoot-shank complex and hip joint during walking. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.25, n.7, p.745-748, Aug. 2010.

\_\_\_\_\_; MANCINI, M. C. ; ARAÚJO, V. L.; CARVALHAIS, V. O. C.; OCARINO, J. M.; SILVA, P. L.; FONSECA, S. T. Clinical measures of hip and footeankle mechanics as predictors of rearfoot motion and posture. **Manual Therapy**. v. 19, p. 379e385. 2014a.

SOUZA, T. R.; FONSECA, H. L.; VAZ, A. C.; ANTERO, J. S.; MARINHO, C. S.; FONSECA, S. T. Between-day reliability of a cluster-based method for multisegment kinematic analysis of the foot-ankle complex. **J Am Podiatr Med Assoc**. Nov; v. 104, n.6, p.601-9. 2014b.

STEVENS, J. E. *et al.* Muscle adaptations with immobilization and rehabilitation after ankle fracture. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1695–1701, 2004.

SVENNINGSEN, S.; TERJESEN, T.; AUFLEM, M.; BERG, V. Hip motion related to age and sex. **Acta Orthopaedica Scandinavica**. v. 60, n. 1, p. 97-100, Feb. 1989.

TATEUCHI, H.; WADA, O.; ICHIHASHI, N. Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing. **Human Movement Science**, v. 30, n. 3, p. 566–573, 2011.

TAYLOR, D. C.; DALTON, J. D., JR.; SEABER, A. V.; GARRETT, W. E., JR. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. **Am J Sports Med**, v.18, n.3, p. 300-309, May 1990.

TIBERIO, D. Pathomechanics of structural foot deformities. **Phys. Ther.** v.68, p.1840–1849. 1988.

TOMARO, J. Measurement of tibiofibular varum in subjects with unilateral overuse symptoms. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 21, n. 2, p. 86–89, 1995.

TONLEY, J. C.; YUN, S. M.; KOCHEVAR, R. J.; DYE, J. A.; FARROKHI, S.; POWERS, C. M. Treatment of an individual with piriformis syndrome focusing on hip muscle strengthening and movement reeducation: a case report. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.40, n.2, p. 103-111, Feb. 2010.

WILLEMS, T. M.; WITVROUW, E.; DE, C. A.; DE, C. D. Gait-related risk factors for exercise-related lower-leg pain during shod running. **Med Sci Sports Exerc.** v. 39, n. 2, p. 330-339, Feb. 2007.

WILLIAMS, D. S.; DAVIS, I. M.; BAITCH, S. P. Effect of Inverted Orthoses on Lower-Extremity Mechanics in Runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 12, p. 2060–2068, 2003.

WILLY, R. W.; DAVIS, I. S. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 41, n. 9, p. 625–632, 2011.

WINTER, D. A. Anthropometry. In: WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. New York: Wiley and Sons Inc., 1990. cap.3, p.59-74.

\_\_\_\_\_.; ROBERTSON, D. G. E. Joint Torque and Energy Patterns in Normal Gait. **Biological Cybernetics**, v. 29, p. 137–142, 1978.

ZIFCHOCK, R. A. *et al.* Side-to-side differences in overuse running injury susceptibility: A retrospective study. **Human Movement Science**, v. 27, n. 6, p. 888–902, 2008.

## APÊNDICE

Este estudo foi desenvolvido juntamente com outra pesquisa de doutorado, cujo orientador foi o Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca. Portanto, o projeto de pesquisa encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido referem-se a ambos os estudos.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Estudo:** Efeito do fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco e efeito do uso de uma órtese de quadril sobre a cinemática dos membros inferiores durante a marcha e a descida de degrau

**Investigadores Principais:** Thales Rezende de Souza e Vanessa Lara de Araújo

**Orientador:** Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca

Gostaríamos de convidá-lo a participar de nosso estudo. O nosso objetivo é investigar o efeito do uso de uma cinta elástica no seu quadril e o efeito de um programa de fortalecimento dos músculos do tronco e do quadril no padrão de movimento durante a caminhada e a descida de degrau. Assim, este estudo pretende demonstrar se o uso da cinta elástica no quadril e se a realização de exercícios para fortalecimento muscular são capazes de melhorar o movimento de suas pernas e de seu tronco durante a realização de atividades do dia a dia.

**Procedimentos:** Os testes serão realizados no Laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano (sala 1108) e no Laboratório de Análise do Movimento (sala 1107) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Inicialmente, as seguintes medidas serão realizadas: peso, altura, comprimentos de sua perna e pé, quantidade de movimento do seu quadril e alinhamento do seu pé. Logo após, serão colocados eletrodos descartáveis sobre a sua pele, na região do quadril direito, para que seja registrada a quantidade de contração dos músculos dessa região. Antes da colocação desses eletrodos, sua pele será limpa com algodão e álcool e, se necessário, será feita a retirada dos pêlos, apenas nas regiões onde os eletrodos serão colocados, utilizando uma lâmina de barbear descartável. Em seguida, serão afixados, com fita dupla face, pequenos marcadores em seu tronco, pelve, perna e pé, sendo que esse procedimento é indolor. Você será orientado a caminhar em uma esteira por aproximadamente um minuto e a descer um degrau cinco vezes para que o seu movimento seja avaliado por um sistema de câmeras. Uma cinta

elástica (órtese) será afixada no seu quadril e você será orientado a caminhar e descer o degrau novamente.

Após essa fase, você será posicionado deitado de barriga para baixo sobre um aparelho e sua perna será fixada à alavanca desse aparelho. Essa alavanca irá mover a sua perna e, conseqüentemente, o seu quadril. Nesse momento, você deverá manter-se o mais relaxado possível, sem resistir ou ajudar o movimento da alavanca. Durante esse teste, você terá em sua mão um dispositivo do equipamento, o qual permitirá que você interrompa o movimento da alavanca a qualquer momento, caso ache necessário. Três repetições do movimento do seu quadril serão realizadas em duas diferentes condições: com e sem o uso da cinta elástica de quadril. Em seguida, você realizará dois testes de força máxima dos músculos do seu quadril. No primeiro teste, você será posicionado de barriga para baixo e no segundo, você ficará deitado de lado. Em ambos os testes, a alavanca será fixada à sua perna e você será encorajado a mover essa alavanca, realizando sua força máxima, por cinco repetições. Ambos os testes serão realizados três vezes. Um teste de força máxima dessas musculaturas também será realizado fora do equipamento e contra a resistência manual do examinador.

Após a realização dessa avaliação inicial, você irá escolher em qual dos grupos (1 ou 2) você quer ser incluído.

**GRUPO 1:** Se você for incluído neste grupo, deverá comparecer no Laboratório de Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportiva (LAPREV) no prazo máximo de uma semana após o teste inicial para começar o programa de fortalecimento dos músculos do seu quadril e tronco. O programa será constituído de exercícios rotineiramente realizados em um aparelho de musculação (*cross-over*). Os exercícios serão realizados três vezes por semana durante oito semanas e serão feitos nos dois lados do corpo. A carga dos exercícios será suficiente para causar um cansaço muscular durante a realização dos mesmos e será aumentada progressivamente, segundo sua tolerância. Os horários para realização dos fortalecimentos serão estabelecidos de acordo com sua disponibilidade e com a disponibilidade dos examinadores envolvidos na pesquisa, pois todas as sessões de fortalecimento serão acompanhadas por algum dos examinadores. Uma semana após o término do programa de fortalecimento, você deverá retornar ao laboratório para repetir os procedimentos do teste inicial.

**GRUPO 2:** Se você for incluído neste grupo, não será submetido aos exercícios e deverá continuar realizando suas atividades rotineiras normalmente. Após oito semanas da avaliação inicial, você retornará ao laboratório para repetir os procedimentos da avaliação inicial. Se for de seu interesse, após a realização do teste final, você poderá participar do mesmo programa de exercícios oferecido ao grupo 1, sob supervisão de um dos examinadores envolvidos na pesquisa.

Independente do grupo em que participar, você deverá comparecer ao laboratório em duas ocasiões, sendo que o tempo previsto para cada dia é três horas. Além

disso, é necessário que você não realize exercícios de fortalecimento, além daqueles realizados na presença do examinador. O tempo previsto para realização do programa de fortalecimento é de 40 minutos.

**Riscos e desconfortos:** A sua participação no estudo oferece riscos mínimos à sua saúde. Pode ocorrer uma pequena irritação na pele devido ao procedimento de limpeza, retirada de pêlos e colocação dos eletrodos. Essa irritação, caso ocorra, desaparecerá em poucos dias. Além disso, você poderá sentir um leve desconforto muscular após a realização dos testes de força máxima e nos dois primeiros dias após a progressão da carga dos exercícios de fortalecimento (apenas participantes do grupo 1). Se sentir esse desconforto, você pode solicitar à pesquisadora (fisioterapeuta) que utilize algum recurso fisioterapêutico para alívio.

**Benefícios esperados:** Os participantes do grupo 1 poderão ser beneficiados pela realização do programa de fortalecimento do tronco e quadril, pois a maior força dessas musculaturas pode melhorar o movimento de seus pernas e tronco durante a realização de atividades do seu dia-a-dia, como caminhada e descida de escada. Após o término da avaliação final, os participantes do grupo 2 poderão requerer a realização do mesmo programa de fortalecimento feito pelos participantes do grupo 1, objetivando alcançar os possíveis benefícios. Caso não seja evidenciado benefício do programa de fortalecimento, não serão esperados benefícios diretos em decorrência da participação na pesquisa. Porém, os resultados desse estudo ajudarão os terapeutas a entender melhor como os músculos do corpo atuam durante a realização de atividades do dia-a-dia, o que irá contribuir para o avanço do conhecimento na área da fisioterapia.

**Confidencialidade:** Para garantir a confidencialidade da informação obtida, seu nome não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo.

**Recusa ou desistência da participação:** Sua participação é inteiramente voluntária e você está livre para recusar participar ou desistir do estudo em qualquer momento sem que isso possa lhe acarretar qualquer prejuízo.

**Gastos:** Caso você necessite deslocar-se para universidade apenas para participar da pesquisa, os gastos com o seu transporte para comparecer ao laboratório ou à academia de musculação serão de responsabilidade dos pesquisadores. Se for do seu interesse, será oferecido um lanche nos dias de realização da avaliação no laboratório.

Você pode solicitar mais informações ao longo do estudo com os pesquisadores responsável pelo projeto (Thales ou Vanessa), por meio dos telefones 8813-0512 ou 9942-8285. Após a leitura completa deste documento, caso concorde em participar do estudo, você deverá assinar o termo de consentimento abaixo e rubricar todas as folhas desse termo.

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Eu li e entendi toda a informação acima. Todas as minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas e eu concordo em ser um voluntário do estudo.

---

Assinatura do Voluntário

---

Data

---

Thales Rezende de Souza - Doutorando

---

Data

---

Vanessa Lara de Araújo – Mestranda

---

Data

---

Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca - Orientador

---

Data

**COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG**

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar – Sala 2005 –  
Cep 31270-901- Belo Horizonte – MG / Telefax: (31) 3409-4592

Email: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br).

## ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 0427.0.203.000-11

Interessado(a): Prof. Sérgio Teixeira da Fonseca  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO - UFMG

### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 05 de outubro de 2011, o projeto de pesquisa intitulado **"Efeito do fortalecimento dos músculos do quadril e do tronco e efeito do uso de uma órtese de quadril sobre a cinemática dos membros inferiores durante a marcha e decida de degrau "** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

Profa. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG