

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA

VICTOR RODHOLFO DE OLIVEIRA SILVA

**CARACTERÍSTICAS MUSCULOESQUELÉTICAS DO QUADRIL EM
CORREDORES DE RUA: RELAÇÃO COM O ALINHAMENTO DO PÉ E COM A
MAGNITUDE DO MOVIMENTO PÉLVICO NO PLANO FRONTAL DURANTE A
CORRIDA**

Uberlândia

2025

VICTOR RODHOLFO DE OLIVEIRA SILVA

**CARACTERÍSTICAS MUSCULOESQUELÉTICAS DO QUADRIL EM
CORREDORES DE RUA: RELAÇÃO COM O ALINHAMENTO DO PÉ E COM A
MAGNITUDE DO MOVIMENTO PÉLVICO NO PLANO FRONTAL DURANTE A
CORRIDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro/Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia

Linha de pesquisa: Processo de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético

Orientador: Dr. Thiago Ribeiro Teles dos Santos

Coorientador: Dr. Valdeci Carlos Dionísio

Coorientadora: Dra. Vanessa Lara de Araújo

Uberlândia

2025

VICTOR RODHOLFO DE OLIVEIRA SILVA

**CARACTERÍSTICAS MUSCULOESQUELÉTICAS DO QUADRIL EM
CORREDORES DE RUA: RELAÇÃO COM O ALINHAMENTO DO PÉ E COM A
MAGNITUDE DO MOVIMENTO PÉLVICO NO PLANO FRONTAL DURANTE A
CORRIDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro/Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia

Linha de pesquisa: Processo de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético

Uberlândia, 18 de dezembro de 2025.

Banca Examinadora:

Thiago Ribeiro Teles dos Santos - Doutor (UFU)

Camila Gomes Miranda e Castor – Doutora (UFMG)

Denise Martinelli Rossi – Doutora (UFTM)

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, e
aos meus pais e familiares pelo estímulo,
carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Thiago Ribeiro Teles dos Santos pelo incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

Aos colegas que fiz no decorrer dessa jornada por todo o auxílio nas atividades e pela amizade.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa concedida durante os anos do curso.

“Três coisas, na verdade, permanecerão: a fé,
a esperança e o amor, e a maior delas é o
amor”

(1 Coríntios 13:13)

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2025	Silva, Victor Rodolfo de Oliveira, 1997- CARACTERÍSTICAS MUSCULOESQUELÉTICAS DO QUADRIL EM CORREDORES DE RUA: RELAÇÃO COM O ALINHAMENTO DO PÉ E COM A MAGNITUDE DO MOVIMENTO PÉLVICO NO PLANO FRONTAL DURANTE A CORRIDA [recurso eletrônico] / Victor Rodolfo de Oliveira Silva. - 2025. Orientador: Thiago Ribeiro Teles Santos. Coorientador: Valdeci Carlos Dionísio. Coorientadora: Vanessa Lara Araújo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Fisioterapia. Modo de acesso: Internet. DOI http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.129 Inclui bibliografia. 1. Fisioterapia. I. Santos, Thiago Ribeiro Teles, 1984-, (Orient.). II. Dionísio, Valdeci Carlos, 1965-, (Coorient.). III. Araújo, Vanessa Lara, 1985-, (Coorient.). IV. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Fisioterapia. V. Título. CDU: 615.8
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia
Rua Benjamim Constant, 1286 - Bairro Aparecida, Uberlândia-MG, CEP 38400-678
Telefone: (34) 3218-2928 - www.faefi.ufu.br/ppgfisio - secretaria.ppgfisio@faefi.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Fisioterapia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 57, PPGFISIO				
Data:	18/12/2025	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:40
Matrícula do Discente:	12322FST007				
Nome do Discente:	Victor Rodholfo de Oliveira Silva				
Título do Trabalho:	Características musculoesqueléticas do quadril em corredores de rua: Relação com o alinhamento do pé e com a magnitude do movimento pélvico no plano frontal durante a corrida				
Área de concentração:	Avaliação e intervenção em fisioterapia				
Linha de pesquisa:	Processo de avaliação e intervenção fisioterapêutica do sistema musculoesquelético				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Análise biomecânica do movimento humano e suas disfunções				

Reuniu-se na Sala 1N153, Campus Educação Física, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, assim composta: Professores Doutores: Profa. Dra. Camila Gomes Miranda e Castor - UFMG, Profa. Dra. Denise Martinelli Rossi - PPGFISIO/UFTM e Prof. Dr. Thiago Ribeiro Teles dos Santos - PPGFISIO/UFU, orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Thiago Ribeiro Teles dos Santos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, às examinadoras, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Ribeiro Teles dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/12/2025, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Gomes Miranda e Castor, Usuário Externo**, em 18/12/2025, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Denise Martineli Rossi, Usuário Externo**, em 18/12/2025, às 16:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6930046** e o código CRC **68F5D129**.

Referência: Processo nº 23117.087873/2025-73

SEI nº 6930046

RESUMO

A corrida de rua é uma atividade física que possui um número crescente de participantes. O raciocínio clínico na abordagem fisioterapêutica desses corredores considera a relação de características musculoesqueléticas de quadril e de articulações distais, como o complexo tornozelo-pé. Além disso, esse raciocínio considera a influência das características do quadril na cinemática da pelve. Esta dissertação está organizada em dois estudos. O primeiro estudo possui o objetivo de verificar a relação entre o alinhamento antepé-perna e características musculoesqueléticas de quadril. O segundo estudo possui o objetivo de verificar a relação entre a magnitude do movimento pélvico no plano frontal e o pico de torque de abdutores de quadril em corredores de rua. Ambos os estudos tiveram delineamento observacional transversal. Os critérios de inclusão foram idade superior a 18 anos, prática de corrida há pelo menos 12 meses, treinamento semanal de pelo menos uma vez por semana e ausência de cirurgia em membros inferiores. Os critérios de exclusão foram histórico de cirurgias em membros inferiores, lesões musculoesqueléticas no mês anterior à coleta, queixas musculoesqueléticas no dia da coleta e quaisquer restrições que impeçam a coleta de dados. Os critérios de inclusão e exclusão foram os mesmos em ambos os estudos. No primeiro estudo foram utilizadas medidas clínicas de alinhamento do antepé-perna e rigidez passiva de quadril; torque isométrico máximo de abdutores e rotadores laterais de quadril por meio de dinamômetro manual; desempenho de extensores de quadril por meio do *single leg hamstring bridge* (SLHB). No segundo estudo foi utilizada a mesma medida de torque isométrico máximo de abdutores. Além disso, foi realizada análise bidimensional da cinemática da queda pélvica durante a corrida em velocidade auto-selecionada e à 3,3 m/s. Os corredores foram caracterizados quanto a variáveis antropométricas, ao nível de atividade física por meio do *International Physical Activity Questionnaire* e a características da prática de corrida. Os resultados obtidos no primeiro estudo foram que o alinhamento antepé-perna se correlacionou

com o desempenho de abdutores ($r = -0,293$, $p = 0,039$) e rotadores laterais ($r = -0,318$, $p = 0,024$) do quadril, mas não houve correlação com a rigidez passiva de quadril ($p = 0,569$) e com o SLHB ($p = 0,368$). O segundo estudo demonstrou que não houve correlação entre o pico de torque isométrico máximo de abdutores do quadril e a queda pélvica tanto para o lado dominante quanto para o não dominante em ambas as velocidades de corrida investigadas ($p > 0,05$). No estudo 1 concluiu-se que maiores valores de varismo de antepé-perna estão associados a pior desempenho do torque isométrico máximo de abdutores e rotadores laterais do quadril, reforçando a relação entre características proximais e distais no membro inferior. No estudo 2, concluiu-se que o torque isométrico máximo dos abdutores do quadril não está relacionado ao pico de queda pélvica no plano frontal. Outros fatores podem contribuir para esse movimento, e o pior desempenho dos abdutores do quadril pode estar relacionado ao movimento de outros segmentos corporais.

Palavras-chave: cinemática; corrida; alinhamento antepé-perna; medidas clínicas; características musculoesqueléticas de quadril

ABSTRACT

Running is a physical activity with a growing number of participants. The clinical reasoning in physical therapy for these runners considers the relationship between musculoskeletal characteristics of the hip and distal joints, such as the ankle–foot complex. In addition, this reasoning considers the influence of hip characteristics on pelvic kinematics. This dissertation is organized into two studies. The first study aimed to investigate the relationship between forefoot–shank alignment and hip musculoskeletal characteristics. The second study aimed to examine the relationship between the magnitude of frontal-plane pelvic motion and peak hip abductor torque in recreational runners. Both studies employed a cross-sectional observational design. Inclusion criteria were age over 18 years, at least 12 months of running experience, and at least one training session per week. Exclusion criteria were a history of lower-limb surgeries, musculoskeletal injuries in the month prior to data collection, musculoskeletal complaints on the day of testing, and any restrictions preventing data collection. Inclusion and exclusion criteria were identical for both studies. In the first study, clinical measurements of forefoot–shank alignment and passive hip stiffness were recorded; maximal isometric torque of the hip abductors and lateral rotators was assessed using a handheld dynamometer; and hip extensor performance was evaluated using the single-leg hamstring bridge (SLHB) test. In the second study, the same measure of maximal isometric hip abductor torque was used. Additionally, a two-dimensional kinematic analysis of pelvic drop during running at self-selected speed and at 3.3 m/s was conducted. Runners were characterized based on anthropometric data, physical activity level assessed by the International Physical Activity Questionnaire, and running training characteristics. Results from the first study indicated that forefoot–shank alignment correlated with hip abductor ($r = -0.293$, $p = 0.039$) and lateral rotator performance ($r = -0.318$, $p = 0.024$), but was not correlated with passive hip stiffness

($p = 0.569$) or SLHB performance ($p = 0.368$). The second study showed no correlation between maximal isometric hip abductor torque and pelvic drop on either the dominant or nondominant side at both running speeds investigated ($p > 0.05$). In conclusion, greater forefoot–shank varus is associated with poorer performance of maximal isometric hip abductor and lateral rotator torque, reinforcing the relationship between proximal and distal characteristics of the lower limb. Finally, maximal isometric hip abductor torque is not related to peak frontal-plane pelvic drop. Other factors may contribute to this movement, and poorer abductor performance may be related to motion of other body segments.

Keywords: kinematics; running; forefoot–shank alignment; clinical measures; hip musculoskeletal characteristics

PREFÁCIO

Esta dissertação está organizada no formato de artigo, conforme o arquivo “elementos_para_apresentacao_da_dissertacao.pdf” do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro/Universidade Federal de Uberlândia, que indica a necessidade dos seguintes elementos: título, resumo e *abstract*, palavras-chave e *keywords*, sumário, artigo (s) completo (s), considerações finais e referências. O artigo 1 foi elaborado para ser submetido à revista *Physical Therapy in Sport* (ISSN Online: 1873-1600) e o artigo 2 à revista *Sports Biomechanics* (ISSN Online 1752-6116).

SUMÁRIO

1	REVISÃO DA LITERATURA	13
2	OBJETIVOS	16
3	HIPÓTESES	17
4	ARTIGO 1:	18
4.1	Introdução (artigo 1)	21
4.2	Metodologia (artigo 1)	22
4.3	Resultados (artigo 1)	29
4.4	Discussão (artigo 1)	31
4.5	Conclusão (artigo 1)	34
4.6	Referências (artigo 1)	35
5	ARTIGO 2	41
5.1	Introdução (artigo 2)	43
5.2	Metodologia (artigo 2)	45
5.3	Resultados (artigo 2)	50
5.4	Discussão (artigo 2)	51
5.5	Conclusão (artigo 2)	53
5.6	Referências (artigo 2)	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7	REFERÊNCIAS	62

1 REVISÃO DA LITERATURA

A Organização Mundial da Saúde (OMS) tem em sua diretriz uma recomendação de que adultos realizem pelo menos 150 a 300 minutos de atividade aeróbica moderada por semana, ou 75 a 150 minutos de atividade vigorosa (WHO, 2018; Bull *et al.*, 2020). A corrida de rua é um dos esportes em que mais houve aumento no número de praticantes nos últimos anos, sendo uma das atividades mais populares, pois é conveniente, barato e uma forma reconhecida de exercício saudável, trazendo diversos benefícios à saúde do corredor, em relação à massa corporal, gordura corporal, frequência cardíaca em repouso, entre outros e além disso, quanto maior a duração do treinamento, maiores os benefícios para a saúde alcançados (Mattiuzzi *et al.*, 2023; Knechtle & Nikolaidis, 2018; Hespanhol *et al.*, 2015).

A corrida também se associa ao risco de lesões, principalmente dos membros inferiores, e as lesões relacionadas à corrida podem afastar, parcialmente ou totalmente, o indivíduo da prática da corrida e, conseqüentemente, dos benefícios desta prática esportiva (Van Gent *et al.*, 2007; Kluitenberg *et al.*, 2015; Videbæk *et al.*, 2015). Em grande maioria, as lesões por sobrecarga na corrida são mais comuns e têm uma maior incidência (Van Gent *et al.*, 2007). Os mecanismos de lesão são multifatoriais, incluindo fatores pessoais (idade, peso e altura), fatores relacionados ao treinamento (distância, frequência, intensidade, calçados) e fatores relacionados à saúde (medicamentos, lesões anteriores, consumo de álcool) (Van Poppel *et al.*, 2020). Dentre os fatores de risco biomecânicos que podem ser predisponentes à lesão relacionada à corrida, estão a pronação excessiva (Frederico *et al.*, 2023) e a queda pélvica (Willwacher *et al.*, 2022). Os fisioterapeutas, no contexto clínico, tentam prevenir o risco de lesões a partir do raciocínio clínico construído com base nos achados de testes acessíveis. Nesse sentido, investigações que considerem esses testes clínicos têm potencial de grande impacto clínico.

O varismo do complexo antepé-perna é um dos fatores que pode afetar a magnitude, velocidade e duração da pronação em atividades de sustentação de peso, como a corrida (Buchanan e Davis, 2005; Bittencourt *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2020). Maiores valores de varismo do complexo antepé-perna podem repercutir em alterações de movimento do membro inferior devido à interdependência das articulações em atividades de cadeia fechada (Souza *et al.*, 2014; Gomes *et al.* 2019; Elataar *et al.*, 2020). Uma maior magnitude do varismo antepé-perna favorece a pronação excessiva do complexo tornozelo-pé, que está acoplada à maior rotação medial da perna e da coxa, assim como à rotação medial e à adução excessivas do quadril. Nessa perspectiva, o alinhamento do pé pode estar associado a características musculoesqueléticas do quadril em corredores (Cruz *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2015). O alinhamento antepé-perna pode ser mensurado clinicamente por meio de um teste clínico com propriedades de medida adequadas, já utilizado em investigações com atletas (Mendonça *et al.*, 2013).

A queda pélvica é uma disfunção causada pela alteração do movimento pélvico no plano frontal, comumente associada a déficit de força dos abdutores do quadril. Esse déficit dificulta ao quadril resistir à queda pélvica e, assim, à adução excessiva de quadril durante a fase de apoio e, conseqüentemente, pode gerar efeitos em outras articulações do membro inferior (Souza *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2019; Elattar *et al.*, 2020). A análise bidimensional do movimento pélvico pode ser realizada clinicamente por meio de câmeras que coletam a frequência de amostragem acima de 200 Hz para o registro da corrida e pode ser realizada por meio de softwares, com destaque para o Kinovea, que apresenta código aberto e com crescente uso em análises biomecânicas (Uhlrich *et al.*, 2023; Reinking *et al.*, 2023).

Tanto o maior varismo de antepé-perna quanto a queda pélvica podem associar-se com características musculoesqueléticas de quadril. Em relação ao alinhamento antepé-perna, poucos estudos verificaram a relação com as características musculoesqueléticas de quadril

em corredores. O fortalecimento dos músculos do quadril em participantes do sexo feminino ativas modificou a cinemática da corrida (Snyder *et al.*, 2009). Os extensores de quadril são ativados durante toda a fase de contato, tanto excentricamente para a absorção de carga quanto concentricamente para a impulsão do corpo à frente (Jafarnejhadgero *et al.*, 2019). Além disso, o alinhamento do antepé já foi demonstrado como relacionado à cinemática do pé durante a corrida (Monaghan *et al.*, 2014) e associado ao histórico de lesões em corredores (Frederico *et al.*, 2023). Dessa forma, o desempenho dos músculos do quadril e o alinhamento antepé-perna são fatores que podem contribuir para o padrão de movimento da corrida.

Já em relação à queda pélvica, estudos já verificaram a relação entre os abdutores de quadril e o movimento pélvico no plano frontal durante a corrida. A relevância da investigação dessa relação é reforçada por achados que a fadiga induzida pela própria corrida resultou em redução do torque abdutor de quadril e aumento do pico de adução de quadril durante a corrida (Radzak e Stickley, 2020), assim como que o nível de atividade dos abdutores do quadril se relacionava com o pico de adução do quadril durante a corrida (Foch, Brindle e Milner, 2020).

2 OBJETIVOS

Os objetivos desta dissertação foram organizados de acordo com os dois estudos realizados.

2.1 Objetivo do Estudo 1

Verificar a relação entre o alinhamento antepé-perna e características musculoesqueléticas de quadril (desempenho de abdutores, rotadores laterais e extensores do quadril; rigidez passiva de quadril) em corredores de rua.

2.2 Objetivo do Estudo 2

Verificar a relação entre a magnitude do movimento pélvico no plano frontal e o pico de torque de abdutores de quadril em corredores de rua.

3 HIPÓTESES

3.1 Hipóteses do Artigo 1

- Quanto maior o varismo do complexo antepé-perna, menor o desempenho de abdutores de quadril em corredores de rua;
- Quanto maior o varismo do complexo antepé-perna, menor o desempenho de rotadores laterais de quadril em corredores de rua;
- Quanto maior o varismo do complexo antepé-perna, menor desempenho de extensores de quadril em corredores de rua;
- Quanto maior o varismo do complexo antepé-perna, menor a rigidez passiva de quadril em corredores de rua.

3.2 Hipóteses do Artigo 2

- Quanto menor o desempenho dos abdutores de quadril, maior o ângulo de queda pélvica durante a corrida em corredores de rua.

4 ARTIGO 1: RELAÇÃO ENTRE O ALINHAMENTO DO PÉ E CARACTERÍSTICAS MUSCULOESQUELÉTICAS DO QUADRIL EM CORREDORES DE RUA

*Autor de correspondência

Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Rua Benjamin Constant, n. 1286, Bairro Aparecida, CEP 38400-678, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: thiago.teles@ufu.br

RESUMO

Objetivo: Verificar a relação entre o alinhamento antepé-perna e as características musculoesqueléticas do quadril (desempenho de abdutores, rotadores laterais e extensores do quadril; rigidez passiva do quadril) em corredores de rua.

Desenho do estudo: Observacional transversal.

Métodos: Medidas clínicas de alinhamento antepé-perna e de rigidez passiva do quadril; torque isométrico máximo dos abdutores e rotadores laterais do quadril por meio de dinamômetro manual; desempenho dos extensores do quadril por meio do *single leg hamstring bridge* (SLHB).

Resultados: O alinhamento antepé-perna correlacionou-se com o desempenho de abdutores ($r = -0,293$, $p = 0,039$) e rotadores laterais ($r = -0,318$, $p = 0,024$) do quadril. Não houve correlação com a rigidez passiva de quadril ($p = 0,569$) e com o SLHB ($p = 0,368$).

Conclusão: Maiores valores de varismo de antepé-perna estão associados a pior desempenho do pico de torque de abdutores e rotadores laterais do quadril.

Palavras-chave: alinhamento antepé-perna; medidas clínicas; corrida

Destaques:

- Quanto maior o varismo do antepé menor o desempenho de abdutores de quadril.
- Quanto maior o varismo do antepé menor o desempenho de rotadores laterais de quadril.
- O alinhamento do pé não se correlacionou com a rigidez passiva de quadril.
- O alinhamento do pé não se correlacionou com o desempenho de extensores de quadril.

INTRODUÇÃO

O varismo do complexo antepé-perna é um dos fatores que pode afetar a magnitude, velocidade e duração da pronação em atividades de sustentação de peso, como a corrida (Buchanan e Davis, 2005; Bittencourt *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2020). Essa alteração de alinhamento é definida pela elevação medial da cabeça dos metatarsos no plano frontal, de modo que o antepé fica em posição invertida em relação à perna, quando analisado sem descarga de peso (Tiberio, 1988; Michaud, 1993; Mendonça *et al.*, 2013). Maiores valores de varismo do complexo antepé-perna podem repercutir em alterações de movimento do membro inferior devido a interdependência das articulações em atividades de cadeia fechada (Souza *et al.*, 2014; Gomes *et al.* 2019; Elataar *et al.*, 2020). Especificamente, a pronação excessiva, favorecida pela maior magnitude do varismo antepé-perna, está acoplada à maior rotação medial da perna e coxa, assim como da rotação medial e adução excessivas de quadril (Cruz *et al.* 2024; Souza *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2015). Dessa forma, o alinhamento antepé-perna pode se associar a características musculoesqueléticas de quadril em corredores.

Estudos já verificaram a relação entre o alinhamento antepé-perna e características musculoesqueléticas de quadril para o movimento do membro inferior durante tarefas em cadeia fechada. Na marcha, o maior varismo antepé-perna e a menor rigidez passiva durante o movimento de rotação medial do quadril predizem a magnitude da eversão (Souza *et al.*, 2014). Indivíduos com maior varismo antepé-perna e baixa rigidez passiva durante o movimento de rotação medial do quadril têm maior probabilidade de apresentar maior pronação do pé durante a marcha (Cruz *et al.*, 2024). Durante o salto, o alinhamento antepé-perna, o torque isométrico dos abdutores do quadril e a rigidez passiva dessa articulação durante a rotação medial associaram-se para identificar o deslocamento medial do joelho durante a aterrissagem (Bittencourt *et al.*, 2012). Além disso, um estudo identificou que a rigidez passiva durante a rotação medial do quadril se relacionava com a rigidez do

mediopé, mas não com o alinhamento antepé-perna em adultos saudáveis (Fajardo *et al.*, 2021). Assim, características do pé e quadril se relacionam durante atividades em cadeia fechada.

Poucos estudos investigaram as características musculoesqueléticas do quadril e o alinhamento antepé-perna em corredores. O fortalecimento contendo exercícios em cadeia fechada de abdução e rotação de quadril, em participantes do sexo feminino ativos modificou a cinemática da corrida (Snyder *et al.*, 2009). Os extensores de quadril são ativados durante toda a fase de contato tanto excentricamente para absorção de carga quanto concentricamente para impulsão do corpo (Jafarnejadgero *et al.*, 2019). Além disso, o alinhamento do antepé já foi demonstrado como relacionado à cinemática do pé durante a corrida (Monaghan *et al.*, 2014) e como associado ao histórico de lesões em corredores (Frederico *et al.*, 2023). Dessa forma, o desempenho de músculos do quadril e o alinhamento antepé-perna são fatores que podem contribuir com o padrão de movimento da corrida. O objetivo deste estudo foi verificar a relação entre o alinhamento antepé-perna e as características musculoesqueléticas do quadril (desempenho de abdutores, rotadores laterais e extensores do quadril; rigidez passiva durante a rotação medial do quadril) em corredores de rua. A hipótese é que quanto maior o varismo antepé-perna, menor seria a rigidez passiva de quadril durante a rotação medial dessa articulação e o desempenho de abdutores, rotadores laterais e extensores de quadril. Os achados deste estudo podem contribuir para o raciocínio clínico sobre a relação de variáveis distais e proximais no membro inferior do corredor.

MÉTODOS

Desenho do Estudo e Amostra

Estudo observacional transversal foi realizado, no qual 50 corredores de rua (28 do sexo masculino, 22 do sexo feminino, idade: $31,0 \pm 8,2$ anos (adultos jovens), massa corporal:

69,2 ± 12,6 kg, altura: 1,73 ± 0,09 m) foram recrutados por conveniência. Os critérios de inclusão foram: idade superior a 18 anos (sem idade máxima), prática de corrida há pelo menos 12 meses e treinamento semanal (pelo menos uma vez na semana), histórico de cirurgias em membros inferiores (Frederico et al. 2023). Os critérios de exclusão foram quaisquer lesões musculoesqueléticas no mês anterior à coleta, queixas musculoesqueléticas no dia da coleta e restrições que impeçam a coleta de dados. A definição utilizada para lesão musculoesquelética foi dor musculoesquelética nos membros inferiores, relacionada à corrida (treino ou competição), que causa restrição ou interrupção da corrida (distância, velocidade, duração ou treino) por pelo menos sete dias ou três sessões de treinamento, ou que requer consulta médica ou a outro profissional de saúde (Yamato, Saragiotto e Lopes, 2015). O tamanho amostral foi estimado para identificar uma correlação com tamanho de efeito moderado de 0,4, com um intervalo de confiança de 95% e largura de 0,5, resultando em um total de 46 corredores (Bujang, 2024). Para lidar com eventual perda de dados, recrutaram-se 50 corredores. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CAAE: 68074923.4.0000.5152) e todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos

Inicialmente, o participante respondeu a questionário de caracterização da amostra (idade e sexo), caracterização da prática esportiva (anos de prática de corrida; número de competições de corrida no último ano; características do treino: frequência semanal, duração e distância; competição de corrida no último ano; lesão corrida último ano), caracterização do nível de atividade física por meio do *International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ (Matsudo et al., 2001). Em seguida, foram mensuradas a massa corporal e altura e realizados os seguintes testes clínicos (FIGURA 1): alinhamento antepé-perna (Mendonça et al., 2013),

rigidez passiva durante a rotação medial de quadril (Carvalhais *et al.*, 2011), torque isométrico de abdutores (Bittencourt *et al.*, 2016) e rotadores laterais de quadril (Willy e Davis, 2011) e resistência à fadiga de extensores de quadril por meio do *single leg hamstring bridge* (SLHB) (Freckleton *et al.*, 2013). A ordem dos testes de desempenho muscular foi randomizada, e os voluntários foram orientados a não realizar exercícios físicos envolvendo os membros inferiores 24 horas antes da coleta. Para todos os testes clínicos, inicialmente, foi realizada a confiabilidade intraexaminador com 10 voluntários, avaliados em dois dias, com um intervalo de sete dias entre as coletas. A relação das variáveis investigadas foi realizada no membro inferior dominante, definido como o membro utilizado para chutar uma bola (Melick *et al.*, 2017).



FIGURA 1. Testes clínicos realizados. A) Alinhamento antepé-perna; B) Rigidez passiva do quadril à rotação medial dessa articulação; C) Torque isométrico máximo dos abdutores do quadril; D) Torque isométrico máximo dos rotadores laterais; E) *Single leg hamstring bridge*.

Alinhamento antepé-perna

O voluntário foi posicionado em decúbito ventral com o pé a ser analisado para fora da maca (FIGURA 1 - A1) (Mendonça *et al.*, 2013). O membro inferior a ser analisado foi alinhado para que o quadril permanecesse em posição neutra no plano transversal e o joelho

estendido (FIGURA 1 - A2). O membro inferior contralateral ao pé a ser analisado ficou com o quadril em flexão, abdução e rotação lateral e com o joelho fletido em aproximadamente 90° (FIGURA 1 - A3). Foram realizadas duas bissecções na perna: primeiramente, uma bissecção proximal (entre os côndilos tibiais) e, depois, uma bissecção distal (logo proximal ao maléolo medial e ao ponto correspondente lateral à perna), que posteriormente foram conectadas por uma reta (FIGURA 1 - A2). Em seguida, foi fixada uma haste na face plantar do pé, alinhada às cabeças dos metatarsos (FIGURA 1 - A3). Uma câmera fotográfica digital foi colocada em um suporte (FIGURA 1 - A1) nivelado com inclinômetro e posicionada alinhada ao retropé do voluntário (FIGURA 1 - A4). O tornozelo do voluntário foi posicionado em neutro com um goniômetro, e uma foto registrou o alinhamento antepé-perna (Figura 1 - A4). O procedimento foi repetido três vezes em cada lado. A confiabilidade intraexaminador desse teste foi excelente (Coeficiente de Correlação Intraclassa – $CCI_{3,3} = 0,796$; Intervalo de confiança de 95% - IC 95% = 0,178-0,949; EPM = 2,88°).

Rigidez passiva durante a rotação medial de quadril

O teste clínico mensura a complacência do quadril em direção à rotação medial, o que é inversamente relacionado à sua rigidez nesse movimento (Carvalhais *et al.*, 2011). O voluntário foi posicionado em decúbito ventral sobre uma maca com a pelve estabilizada por um cinto. O joelho do membro inferior avaliado foi posicionado a 90° de flexão pelo examinador, posição confirmada por um segundo examinador (FIGURA 1 - B1). Inicialmente, o examinador realizou cinco rotações mediais de quadril até o limite da amplitude de movimento para acomodação viscoelástica. Após isso, o examinador permitiu que a rotação medial passiva do quadril, produzida pelo peso da perna e do pé, ocorresse até que a tensão das estruturas passivas do quadril interrompesse o movimento. Assim, a posição final foi definida como a posição articular em que o torque produzido pelos pesos da perna e

do pé se igualasse ao torque de resistência passiva gerado pelo quadril durante a rotação medial. Essa posição foi medida por meio de um inclinômetro posicionado na borda anterior da tíbia, a 5 cm da tuberosidade tibial (FIGURA 1 - B2). Essa medida foi realizada três vezes. A confiabilidade intraexaminador desse teste foi excelente ($CCI_{3,3} = 0,995$; IC 95% = 0,980-0,999; EPM = 0,77°).

Torque isométrico de abdutores do quadril

O participante foi posicionado em decúbito lateral em uma maca (FIGURA 1 - C1), com velcro para estabilização do tronco, com os membros superiores posicionados à frente do corpo (Bittencourt *et al.*, 2016). O dinamômetro manual (*Lafayette Hand-Held Dynamometer, model 01165, Lafayette, Sagamore, EUA*) foi posicionado a 5 cm proximal à linha articular do joelho e estabilizado contra o participante com o uso de um cinto. O examinador posicionou o membro inferior testado com o quadril em leve abdução (aproximadamente 10°), com o objetivo de maior recrutamento de glúteo médio. Após familiarização com uma repetição, o voluntário realizou a contração isométrica máxima dos abdutores do quadril por 5 segundos, repetindo o procedimento três vezes, com intervalo de 30 segundos entre cada contração. Incentivo verbal padronizado foi utilizado para garantir que o voluntário realizasse a força máxima. Para o cálculo do torque, mediu-se o braço de alavanca, definido como a distância do trocânter maior até 5 cm proximal à linha articular do joelho. A confiabilidade intraexaminador desse teste foi excelente ($CCI_{3,3} = 0,997$; IC 95% = 0,987-0,999; EPM = 0,02 Nm/kg).

Torque isométrico de rotadores laterais de quadril

O participante foi posicionado em prono em um colchonete, com um dos examinadores estabilizando o tronco com a mão (FIGURA 1 - D1) (Willy e Davis, 2011). O

dinamômetro foi posicionado 5 cm proximal ao maléolo medial, estabilizado contra o participante com tiras de velcro (FIGURA 1 - D2). Após familiarização com uma repetição, o voluntário realizou a contração isométrica máxima dos rotadores laterais do quadril por 5 segundos (FIGURA 1 - D3), repetindo o procedimento três vezes com intervalo de 30 segundos entre cada contração. Incentivo verbal padronizado foi utilizado para garantir que o voluntário realizasse a força máxima. O voluntário foi orientado a não realizar maior descarga de peso no membro inferior contralateral durante o teste. Para o cálculo do torque, mediu-se o braço de alavanca, definido como a distância do ponto médio do côndilo medial do fêmur até 5 cm proximal ao maléolo medial. A confiabilidade intraexaminador desse teste foi excelente ($CCI_{3,3} = 0,997$; IC 95% = 0,990-0,999; EPM = 0,01 Nm/kg).

Desempenho de extensores de quadril

O desempenho dos extensores do quadril foi mensurado pelo SLHB (Freckleton et al., 2013). O participante posicionou-se deitado no solo com os braços cruzados sobre o peito (FIGURA 1 - E1), com o quadril do membro inferior contralateral flexionado a 90° (FIGURA 1 - E2) e o membro inferior a ser testado apoiado em um suporte de 60 cm de altura mantendo uma angulação de 20° de flexão de joelho (FIGURA 1 - E3). O examinador forneceu instruções sobre o teste no qual o participante realizou o maior número de repetições de elevação pélvica. Em cada repetição, o participante deveria encostar os glúteos no chão (sem descansar) até a altura máxima, considerada a que o quadril atingisse 0° de extensão (FIGURA 1 - E3). Essa altura máxima, marcada pela mão do examinador, deveria ser alcançada em cada repetição (FIGURA 1 - E3). O membro inferior contralateral deveria permanecer estático, com a coxa alinhada à vertical. O maior número de repetições realizadas foi registrado até que o participante realizasse alguma compensação do movimento. Quando a forma correta fosse perdida, o examinador dava um aviso, desconsiderando aquela repetição

na contagem final. O teste foi interrompido no próximo erro de execução. Os seguintes erros de execução foram considerados: não manter 20° de flexão do joelho; utilizar o membro inferior contralateral como braço de alavanca; estender o quadril do membro inferior contralateral e não alcançar a altura da primeira repetição. A confiabilidade intraexaminador desse teste foi excelente ($CCI_{3,3} = 0,981$; IC 95% = 0,926-0,995; EPM = 0,47 repetições).

Redução dos dados

A média dos valores obtidos nas três repetições foi utilizada em todos os testes, com exceção do SLHB. O ângulo antepé-perna foi extraído no Kinovea por um examinador treinado, que apresentou confiabilidade intraexaminador excelente durante a análise de 10 fotos, em dois dias separados por um intervalo de sete dias ($CCI_{3,3} = 0,989$; IC 95% = 0,956-0,997; EPM = 0,97°). O torque abdutor e rotador lateral do quadril foi calculado multiplicando a força pelo braço de alavanca e o normalizado pela massa corporal (Nm/kg).

Análise Estatística

Estatística descritiva foi calculada para as variáveis de caracterização da amostra e da prática de corrida, assim como para as variáveis dos testes realizados. O pressuposto de normalidade dos dados dos testes realizados foi verificado pelo teste de Shapiro-Wilk. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal, exceto o resultado do SLHB. Correlação de Pearson foi utilizada para verificar a associação do alinhamento antepé-perna com a rigidez passiva do quadril, desempenho de abdutores e rotadores laterais de quadril. Correlação de Spearman foi utilizada para verificar a associação do alinhamento antepé-perna com o SLHB. O tamanho do efeito da correlação foi interpretado como pequeno ($r = 0,10$), médio ($r = 0,30$) ou grande ($r = 0,50$) (Cohen, 1988). O nível de significância foi de 0,05 e o *software JASP Team (2025 - Version 0.95.1)* foi utilizado em todas as análises.

RESULTADOS

As características da prática de corrida estão apresentadas na Tabela 1 e as variáveis dos testes investigados, na Tabela 2. O alinhamento antepé-perna correlacionou-se com o desempenho de abdutores ($r = -0,293$, $p = 0,039$) e rotadores laterais ($r = -0,318$, $p = 0,024$) do quadril (FIG. 2). Não houve correlação com a rigidez passiva do quadril ($p = 0,569$) nem com o SLHB ($p = 0,368$).

Tabela 1 – Características da prática de corrida

Característica	<i>n</i> = 50
Experiência com corrida (<i>anos</i>)	5,0 (3,5)
Competições no último ano	6,6 (4,5)
Treino	
Frequência semanal	3,7 (1,2)
Duração por sessão (<i>min</i>)	52,4 (14,8)
Distância por sessão (<i>km</i>)	8,7 (2,7)
IPAQ	
Pontuação total	560,8 (363,3)
Classificação	
Ativo	16 (32%)
Muito ativo	34 (68%)

Legenda: Todas as variáveis estão apresentadas como média (desvio padrão), com exceção da classificação IPAQ que está apresentada como frequência observada (percentual). IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis investigadas

Variável	<i>n</i> = 50
Alinhamento antepé-perna (°)	19,26 (7,29)
Rigidez passiva do quadril (°/kg)	0,59 (0,25)
Torque isométrico máximo	
Abdutores do quadril (<i>Nm/kg</i>)	1,24 (0,29)
Rotadores laterais do quadril (<i>Nm/kg</i>)	0,52 (0,11)
SLHB (<i>repetições</i>)	7,0 (9,0)

Legenda: Todas as variáveis estão apresentadas como média (desvio padrão), com exceção do SLHB que está apresentada como mediana (intervalo interquartil). SLHB = *Single leg hamstring bridge*.

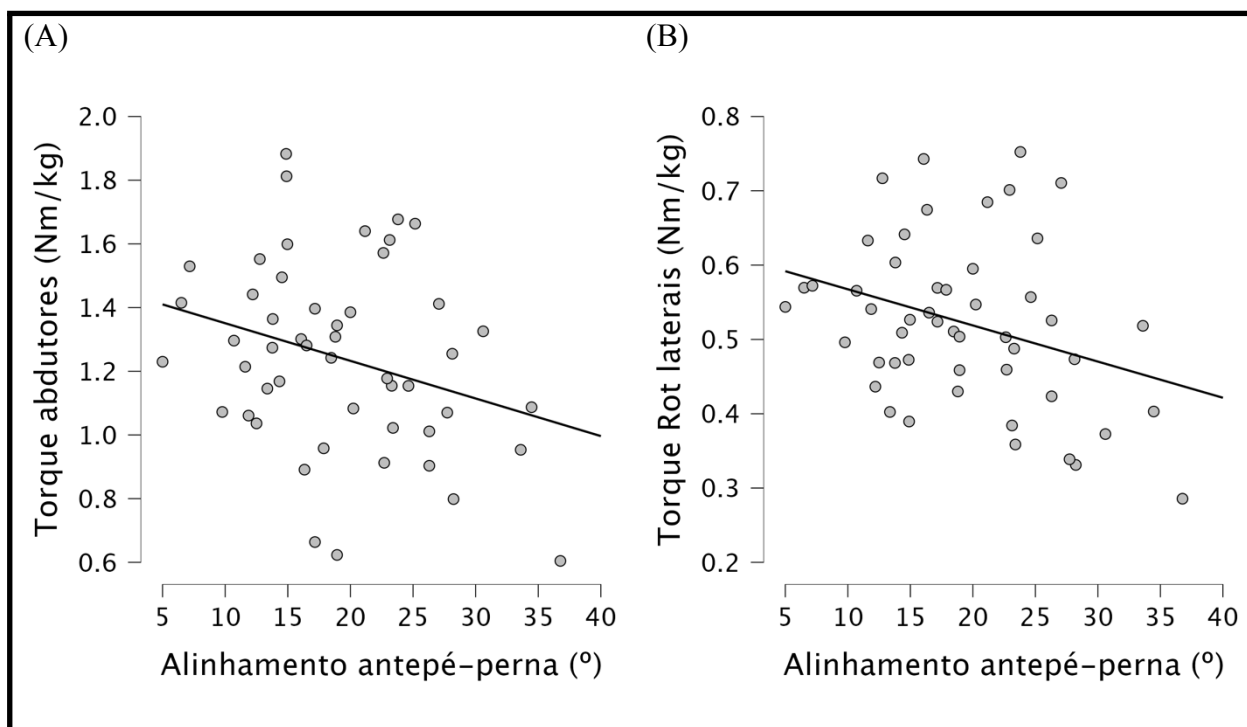


FIGURA 2 – Gráfico de dispersão do alinhamento antepé-perna com o torque isométrico máximo dos abdutores do quadril (A) e dos rotadores laterais do quadril (B). Rot = rotadores.

DISCUSSÃO

Este estudo verificou a relação entre o alinhamento antepé-perna e as características musculoesqueléticas do quadril (desempenho de abdutores, rotadores laterais e extensores do quadril; rigidez passiva do quadril) em corredores de rua. Os resultados estão parcialmente de acordo com as hipóteses iniciais. A magnitude do varismo antepé-perna foi inversamente proporcional ao torque isométrico máximo dos abdutores e rotadores laterais do quadril. Além disso, o alinhamento antepé-perna não foi correlacionado à rigidez passiva do quadril e ao desempenho de extensores do quadril. Assim, o alinhamento do antepé-perna correlacionou-se com o desempenho dos abdutores e rotadores laterais do quadril, conforme hipotetizado, com tamanho de efeito de pequeno a médio e médio a grande, respectivamente (Cohen, 1988). Esse achado corrobora a interpretação da interdependência entre as articulações do membro inferior (Souza *et al.*, 2014; Gomes *et al.* 2019; Elataar *et al.*, 2020).

O maior varismo de antepé-perna favorece a maior pronação do pé durante a locomoção (Araújo *et al.*, 2020; Monaghan *et al.*, 2013; Cruz *et al.*, 2019). A pronação excessiva do pé favorece maior rotação medial da perna e da coxa e, assim, maior rotação medial do quadril (Cruz *et al.* 2024; Souza *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2015). Além disso, a pronação excessiva do pé também está associada à queda pélvica e, assim, à maior adução do quadril (Cruz *et al.*, 2019; Pinto *et al.*, 2008; Tateuchi *et al.*, 2011). Nesse sentido, os achados deste estudo podem indicar que o maior varismo de antepé-perna favorece que os rotadores laterais e abdutores do quadril atuem em uma posição mais alongada durante a corrida, resultando em menor potencial de geração de torque.

A correlação identificada do alinhamento antepé-perna com o desempenho de abdutores e rotadores laterais do quadril pode sugerir que corredores com maior varismo de antepé-perna adotem uma cinemática de quadril distinta durante a corrida quando comparado àqueles com menor varismo de antepé-perna. Essa relação ainda não foi investigada durante a corrida. Durante a marcha, Araújo *et al.* (2020) não encontraram uma relação entre o maior varismo de antepé-perna e a cinemática do quadril. Esses autores sugeriram que essa relação poderia ocorrer em atividades de maior demanda, como a corrida. Dessa forma, futuros estudos podem investigar a relação entre alterações de alinhamento do pé e a cinemática do quadril ao correr.

O alinhamento do antepé-perna não se correlacionou com a rigidez passiva do quadril durante a rotação medial, contrário ao hipotetizado. Esse resultado não corrobora a relação aparentemente encontrada entre essas variáveis em estudos com marcha. Estudos prévios identificaram que indivíduos com maior varismo de antepé-perna e menor rigidez passiva do quadril apresentavam maior probabilidade de apresentar maior pronação do pé durante a marcha (Cruz *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2013). Em contrapartida, os achados deste estudo corroboram os de Fajardo *et al.* (2021), que não observaram associação entre o alinhamento

do antepé-perna e a rigidez de quadril durante a rotação medial. Uma possível explicação da ausência de relação entre as variáveis investigadas pode ser a presença de um subgrupo de corredores com altos níveis de rigidez do quadril que, ao correr, assumem uma posição de abdução excessiva do pé (*toe-out*) devido a um aumento na rotação lateral do quadril (Araújo *et al.*, 2020; Rosenbaum, 2013; Mousavi *et al.*, 2021). Esse alinhamento favorece a eversão do retropé (Mousavi *et al.*, 2021) e, talvez, um maior varismo no ângulo antepé-perna. Assim, possivelmente, esse subgrupo de corredores poderia ter uma correlação positiva entre essas variáveis: quanto maior o varismo, maior a rigidez passiva do quadril. Futuros estudos podem verificar essa possível explicação a partir da investigação de subgrupos de corredores definidos pelo nível de rigidez passiva do quadril e pelo alinhamento do pé, no plano transversal, ao correr.

O alinhamento antepé-perna também não se correlacionou com o desempenho dos extensores de quadril, contrário à hipótese inicial. Não foram identificados na literatura estudos que investigaram o alinhamento antepé-perna ou a pronação excessiva do pé com desempenho de extensores de quadril. Jafarnejadgero *et al.* (2019) observaram que corredores com pronação excessiva apresentavam déficit de potência positiva máxima do quadril no plano sagital, quando comparados a calçados que diminuam a pronação. O maior varismo antepé-perna ao favorecer a pronação excessiva durante a corrida, contribuiria com um pé menos eficiente para impulsionar o corpo à frente. Essa menor eficiência poderia resultar em menor comprimento da passada, o que poderia estar associado a menor desempenho dos extensores do quadril. Além disso, o glúteo máximo, um dos principais extensores de quadril, é também rotador lateral dessa articulação. Devido à rotação medial excessiva observada em pronadores excessivos, o glúteo máximo possivelmente teria menor capacidade de geração de torque tanto para rodar lateralmente quanto para estender o quadril. A não identificação da correlação pode ter ocorrido pela natureza da medida. O SLHB foi

escolhido, uma vez que o desempenho nesse teste já foi associado ao estiramento de isquiossurais em jogadores de futebol (Freckleton *et al.*, 2013), e essa lesão também é comum entre corredores (Huygaerts *et al.*, 2020). Porém, há uma variabilidade grande nesse teste. Um dos motivos para isso pode ser que o teste não isola glúteo máximo dos isquiossurais. Uma possível interpretação é que o maior varismo antepé-perna correlaciona-se mais com o desempenho de glúteo máximo, como rotador lateral do quadril, mas não de sua ação conjunta aos isquiossurais, como extensores do quadril. Destaca-se ainda que Mousavi *et al.* (2021) observaram que a corrida com *toe-out* reduziu a potência do tornozelo e aumentou a eversão de retropé, favorecendo a pronação e, possivelmente, resultando em menor eficácia do tornozelo em contribuir com a impulsão à frente, impactando diretamente no desempenho de extensores de quadril. Esse achado reforça que a investigação de corredores com *toe-out* pode ser considerada em estudos futuros, considerando também o desempenho de extensores de quadril.

Este estudo apresenta limitações. O desenho deste estudo permite identificar a associação entre variáveis, mas não permite estabelecer que uma variável cause a outra. O efeito de modificar uma variável (p.ex., corrigir a alteração de alinhamento antepé-perna) no desempenho de músculos do quadril pode ser verificado por futuros estudos experimentais. Além disso, a discussão realizada para interpretar os achados deste estudo poderia ser confirmada por meio de análise cinemática da amostra durante a corrida. Assim, futuras investigações podem considerar a análise cinemática da corrida de subgrupos de corredores, classificados com base nas variáveis investigadas neste estudo.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou uma correlação negativa entre o alinhamento antepé-perna e o torque isométrico máximo dos abdutores e rotadores laterais do quadril e ausência de

correlação entre o alinhamento antepé-perna e a rigidez passiva do quadril e o desempenho dos extensores do quadril. Esses achados reforçam a relação entre características musculoesqueléticas de articulações distais e proximais do membro inferior em corredores.

REFERÊNCIAS

- Buchanan, K. R., & Davis, I. (2005). The Relationship Between Forefoot, Midfoot, and Rearfoot Static Alignment in Pain-Free Individuals. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(9), 559–566. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.9.559>
- Bittencourt, N. F. N., Ocarino, J. M., Mendonça, L. D., Hewett, T. E., & Fonseca, S. T. (2012). Foot and Hip Contributions to High Frontal Plane Knee Projection Angle in Athletes: A Classification and Regression Tree Approach. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(12), 996–1004. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4041>
- Araújo, V. L., Santos, T. R. T., Khuu, A., Lewis, C. L., Souza, T. R., Holt, K. G., & Fonseca, S. T. (2020). The effects of small and large varus alignment of the foot-ankle complex on lower limb kinematics and kinetics during walking: A cross-sectional study. *Musculoskeletal Science and Practice*, 47, 102149. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102149>
- Tiberio, D. (1988). Pathomechanics of Structural Foot Deformities. *Physical Therapy*, 68(12), 1840–1849. <https://doi.org/10.1093/ptj/68.12.1840>
- Michaud, T. C. (1993). *Foot Orthoses and Other Forms of Conservative Foot Care*. Motion during the Gait Cycle.
- Mendonça, L. de M., Franco, N., Giovanna Mendes Amaral, de, L., Souza, T. R., & Fonseca, S. T. (2013). A Quick and Reliable Procedure for Assessing Foot Alignment in Athletes.

Journal of the American Podiatric Medical Association, 103(5), 405–410.

<https://doi.org/10.7547/1030405>

Souza, T. R., Mancini, M. C., Araújo, V. L., Carvalhais, V. O. C., Ocarino, J. M., Silva, P. L., & Fonseca, S. T. (2014). Clinical measures of hip and foot–ankle mechanics as predictors of rearfoot motion and posture. *Manual Therapy*, 19(5), 379–385.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2013.10.003>

Gomes, R. B. O., Souza, T. R., Paes, B. D. C., Magalhães, F. A., Gontijo, B. A., Fonseca, S. T., Ocarino, J. M., & Resende, R. A. (2019). Foot pronation during walking is associated to the mechanical resistance of the midfoot joint complex. *Gait & Posture*, 70, 20–23.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.027>

Elataar, F. F., Abdelmajeed, S. F., Abdellatif, N. M. N., & Mohammed, M. M. (2020). Core muscles' endurance in flexible flatfeet: A cross - sectional study. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(3), 404–410. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32877977/>

Cruz, A. C., Fonseca, S. T., Araújo, V. L., Cardoso, T. B., Milagres Brandão, F. C., de Melo Ocarino, J., Resende, R. A., & Souza, T. R. (2024). Reductions in rearfoot eversion posture due to proximal muscle strengthening are dependent on foot-ankle varus alignment. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 39, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.02.001>

Souza, T. R., Pinto, R. Z., Trede, R. G., Kirkwood, R. N., & Fonseca, S. T. (2010). Temporal couplings between rearfoot–shank complex and hip joint during walking. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 745–748. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.04.012>

- Resende, R. A., Deluzio, K. J., Kirkwood, R. N., Hassan, E. A., & Fonseca, S. T. (2015). Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. *Gait & Posture*, 41(2), 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.10.025>
- Fajardo, C. de C., Cardoso, T. B., Gontijo, B. A., Magalhães, F. A. de, Souza, T. R. de, Fonseca, S. T. da, Ocarino, J. de M., & Resende, R. A. (2021). Hip passive stiffness is associated with midfoot passive stiffness. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 25(5), 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.02.001>
- Snyder, K. R., Earl, J. E., O'Connor, K. M., & Ebersole, K. T. (2009). Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics*, 24(1), 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.09.009>
- Jafarnezhadgero, A., Alavi-Mehr, S. M., & Granacher, U. (2019). Effects of anti-pronation shoes on lower limb kinematics and kinetics in female runners with pronated feet: The role of physical fatigue. *PLoS ONE*, 14(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216818>
- Monaghan, G. M., Hsu, W.-H., Lewis, C. L., Saltzman, E., Hamill, J., & Holt, K. G. (2014). Forefoot angle at initial contact determines the amplitude of forefoot and rearfoot eversion during running. *Clinical Biomechanics*, 29(8), 936–942. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2014.06.011>
- Frederico, R. A., Santos, T. R. T., Okai-Nóbrega, L. A., Ocarino, J. M., Souza, T. R., & Fonseca, S. T. (2023). Runners with a history of shank and foot injury: Interactions among

local musculoskeletal factors, age, and running experience. *Physical Therapy in Sport*, 62, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2023.05.001>

Yamato, T. P., Saragiotto, B. T., & Lopes, A. D. (2015). A consensus definition of running-related injury in recreational runners: A modified Delphi approach. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(5). <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5741>

Bujang, M. A. (2024). An elaboration on sample size determination for correlations based on effect sizes and confidence interval width: a guide for researchers. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 49(2). <https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e21>

Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. C., & Braggion, G. (2001). QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ): ESTUDO DE VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE NO BRASIL. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 6(2), 5–18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>

Carvalhais, V. O. do C., Araújo, V. L. de, Souza, T. R., Gonçalves, G. G. P., Ocarino, J. de M., & Fonseca, S. T. (2011). Validity and reliability of clinical tests for assessing hip passive stiffness. *Manual Therapy*, 16(3), 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.10.009>

Bittencourt, N. F. N., Santos, T. R. T., Gonçalves, G. G. P., Coelho, A. P., Gomes, B. G. B. de M., Mendonça, L. D. M., & Fonseca, S. T. (2016). Reference values of hip abductor torque among youth athletes: Influence of age, sex and sports. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 21, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.12.005>

- Willy, R. W., & Davis, I. S. (2011). The Effect of a Hip-Strengthening Program on Mechanics During Running and During a Single-Leg Squat. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(9), 625–632. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3470>
- Freckleton, G., Cook, J., & Pizzari, T. (2013). The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. *British Journal of Sports Medicine*, 48(8), 713–717. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092356>
- Melick, N. V., Meddeler, B. M., Hoozeboom, T. J., Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., & van Cingel, R. E. H. (2017). How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLOS ONE*, 12(12), e0189876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189876>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Monaghan, G. M., Lewis, C. L., Hsu, W.-H., Saltzman, E., Hamill, J., & Holt, K. G. (2013). Forefoot angle determines duration and amplitude of pronation during walking. *Gait & Posture*, 38(1), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.10.003>
- Cruz, A. de C., Fonseca, S. T., Araújo, V. L., Carvalho, D. da S., Barsante, L. D., Pinto, V. A., & Souza, T. R. (2019). Pelvic Drop Changes due to Proximal Muscle Strengthening Depend on Foot-Ankle Varus Alignment. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2019, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2019/2018059>
- Pinto, R. Z. A., Souza, T. R., Trede, R. G., Kirkwood, R. N., Figueiredo, E. M., & Fonseca, S. T. (2008). Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in

standing position. *Manual Therapy*, 13(6), 513–519.

<https://doi.org/10.1016/j.math.2007.06.004>

Tateuchi, H., Wada, O., & Ichihashi, N. (2011). Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing.

Human Movement Science, 30(3), 566–573. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.11.011>

Rosenbaum, D. (2013). Foot loading patterns can be changed by deliberately walking with in-toeing or out-toeing gait modifications. *Gait & Posture*, 38(4), 1067–1069.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.04.001>

Mousavi, S. H., van Kouwenhove, L., Rajabi, R., Zwerver, J., & Hijmans, J. M. (2021). The effect of changing foot progression angle using real-time visual feedback on rearfoot eversion during running. *PLOS ONE*, 16(2), e0246425.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246425>

Jafarnezhadgero, A., Alavi-Mehr, S. M., & Granacher, U. (2019). Effects of anti-pronation shoes on lower limb kinematics and kinetics in female runners with pronated feet: The role of physical fatigue. *PLoS ONE*, 14(5).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216818>

Huygaerts, S., Cos, F., Cohen, D. D., Calleja-González, J., Pruna, R., Alcaraz, P. E., & Blazevich, A. J. (2020). Does Muscle–Tendon Unit Structure Predispose to Hamstring Strain Injury During Running? A Critical Review. *Sports Medicine*, 51(2), 215–224.

<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01385-7>

5 ARTIGO 2: RELAÇÃO ENTRE A MAGNITUDE DO MOVIMENTO PÉLVICO NO PLANO FRONTAL E PICO DE TORQUE DE ABDUTORES DE QUADRIL DE CORREDORES DE RUA

*Autor de correspondência

Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Rua Benjamin Constant, n. 1286, Bairro Aparecida, CEP 38400-678, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: thiago.teles@ufu.br

Financiamento

Este estudo foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

Relação entre a magnitude do movimento pélvico no plano frontal e pico de torque de abdutores de quadril de corredores de rua

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a relação entre a magnitude do movimento pélvico no plano frontal e o pico de torque de abdutores de quadril em corredores de rua. Estudo observacional transversal foi realizado, em que 19 corredores de rua tiveram a avaliação do torque isométrico máximo de abdutores de quadril por meio de dinamômetro manual e análise bidimensional do movimento pélvico no plano frontal durante corrida por meio do Kinovea. A corrida foi investigada em velocidade auto-selecionada e a 3,33 m/s. A média dos picos de queda pélvica durante a fase de contato foi calculada. Os resultados indicaram que não houve correlação entre o torque isométrico máximo de abdutores de quadril e a média de queda pélvica durante a corrida em ambas as velocidades investigadas. A ausência de correlação sugere que outros fatores podem contribuir para a queda pélvica, assim como a redução do torque abdutor do quadril pode estar relacionada a outras disfunções de movimento, como as do tronco.

Palavras-chave: abdutores de quadril; queda pélvica; corrida

Introdução

A corrida de rua é um dos esportes em que mais houve aumento no número de praticantes nos últimos anos e que traz diversos benefícios à saúde do corredor (Mattiuzzi *et al.*, 2023; Hespanhol *et al.*, 2015). A lesão relacionada à corrida pode afastar, parcialmente ou totalmente, o corredor da prática esportiva e, assim, dos seus benefícios (Kluitenberg *et al.*, 2015; Videbæk *et al.*, 2015). Dentre os diversos fatores que compõem a origem multifatorial das lesões esportivas, características cinemáticas podem estar associadas ao mecanismo de lesão (Van Poppel *et al.*, 2020). Nesse sentido, o movimento pélvico no plano frontal durante a corrida pode ser um dos fatores predisponentes à lesão relacionada à corrida, como a síndrome do estresse tibial medial (Willwacher *et al.*, 2022).

A alteração do movimento pélvico no plano frontal como disfunção é conhecida como queda pélvica e ocorre quando há inclinação excessiva unilateral do lado contrário ao membro inferior apoiado (Willwacher *et al.*, 2022). Essa disfunção é comumente associada a déficit de força dos abdutores do quadril, com destaque para o glúteo médio (Araújo *et al.*, 2017; Bittencourt *et al.*, 2012). Esse déficit dificulta ao quadril resistir à queda pélvica e, assim, à adução excessiva de quadril durante a fase de apoio e, conseqüentemente, pode gerar efeitos em outras articulações do membro inferior (Souza *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2019; Elattar *et al.*, 2020). Esse mecanismo pode gerar sobrecargas em articulações distais, podendo contribuir para possíveis lesões, como, por exemplo, a síndrome do estresse tibial medial e a disfunção patelofemoral (Menéndez *et al.*, 2020; Souza & Powers, 2009).

A relevância da investigação da relação entre abdutores do quadril e o movimento pélvico no plano frontal é reforçada por achados que a fadiga induzida pela própria corrida resultou em redução do torque abdutor de quadril e aumento do pico de adução de quadril durante a corrida (Radzak e Stickley, 2020), assim como que o nível de atividade dos abdutores do quadril se relacionava com o pico de adução do quadril durante a corrida (Foch,

Brindle e Milner, 2020). Além disso, um estudo já identificou que o fortalecimento dos músculos do quadril (abdutores e rotadores laterais de quadril) pode modificar a cinemática da corrida (Snyder *et al.*, 2009). Apesar desses achados, resultados contraditórios existem na literatura sobre a relação entre o torque dos abdutores do quadril e o movimento pélvico no plano frontal. Um estudo demonstrou que corredores com menor força dos músculos abdutores e extensores do quadril apresentaram maior amplitude de movimento do quadril nos planos frontal e transversal, variáveis mensuradas por dinamômetro isocinético e por sistema de análise tridimensional do movimento, respectivamente (Taylor-Haas *et al.*, 2014). Burnet e Pidcoe (2009) não observaram correlação entre o torque isométrico do glúteo médio e a queda pélvica no plano frontal, utilizando dinamômetro manual e sistema de análise tridimensional do movimento, respectivamente. Baggaley *et al.* (2015) não observaram relação entre a força isométrica máxima de abdutores de quadril e adução de quadril em corredoras do sexo feminino, utilizando dinamômetro isocinético e sistema de análise tridimensional do movimento, respectivamente.

Destaca-se, ainda, que não foram identificados estudos que investigaram essa relação por meio de análise bidimensional do movimento pélvico em corredores. A análise bidimensional do movimento pélvico é, geralmente, a mais acessível em ambiente clínico, e estudos já demonstraram confiabilidade adequada para a análise bidimensional da cinemática da corrida (Reinking *et al.*, 2018; Damsted *et al.*, 2015; Maykut *et al.*, 2015). Dessa forma, investigações sobre a relação do torque de abdutores de quadril e a análise bidimensional do movimento pélvico durante a corrida podem aprofundar o conhecimento sobre essa relação e contribuir com sua aplicação clínica. Considerando isso, o objetivo deste estudo foi verificar a relação entre a queda pélvica e o pico de torque isométrico máximo dos abdutores do quadril em corredores de rua. A hipótese é que quanto maior a queda pélvica, menor é o desempenho dos abdutores de quadril. Os achados deste estudo podem contribuir para o raciocínio clínico

sobre a relação entre o desempenho muscular e a cinemática pélvica por meio de testes acessíveis no contexto clínico.

Métodos

Desenho do Estudo e Amostra

Estudo observacional transversal foi realizado, em que 19 corredores de rua (10 do sexo masculino, nove do sexo feminino; idade: $29,8 \pm 6,1$ anos; massa corporal: $66,1 \pm 13,8$ kg; altura: $1,70 \pm 0,10$ m) foram recrutados por conveniência. Os critérios de inclusão foram: idade superior a 18 anos, prática de corrida há pelo menos 12 meses, sem histórico de cirurgias em membros inferiores e que treinavam semanalmente (Frederico et al., 2024). Os critérios de exclusão foram quaisquer lesões musculoesqueléticas no mês anterior à coleta, queixas musculoesqueléticas no dia da coleta e restrições que impeçam a coleta de dados (Frederico et al., 2024). A definição utilizada para lesão musculoesquelética foi dor musculoesquelética nos membros inferiores, relacionada à corrida (treino ou competição), que causa restrição ou interrupção da corrida (distância, velocidade, duração ou treino) por pelo menos sete dias ou três sessões de treinamento, ou que requer consulta médica ou a outro profissional de saúde (Yamato, Saragiotto e Lopes, 2015). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CAAE: 68074923.4.0000.5152) e todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos

Inicialmente, o participante respondeu a questionário de caracterização da amostra (idade, sexo e dominância do membro inferior), caracterização da prática esportiva (anos de prática de corrida; número de competições de corrida no último ano; características do treino:

frequência semanal, duração e distância; competição de corrida no último ano; lesão corrida último ano), caracterização do nível de atividade física por meio do *International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ (Matsudo *et al.*, 2001). O membro inferior dominante foi definido como aquele que o participante utilizaria para chutar uma bola (van Melick *et al.*, 2017). Em seguida, foram mensuradas a massa corporal, altura, torque isométrico máximo de abdutores do quadril (Bittencourt *et al.*, 2016) e análise de movimento no plano frontal durante a corrida em velocidade auto-selecionada (VAS) e à 3,3 m/s (VP) (Figura 1).

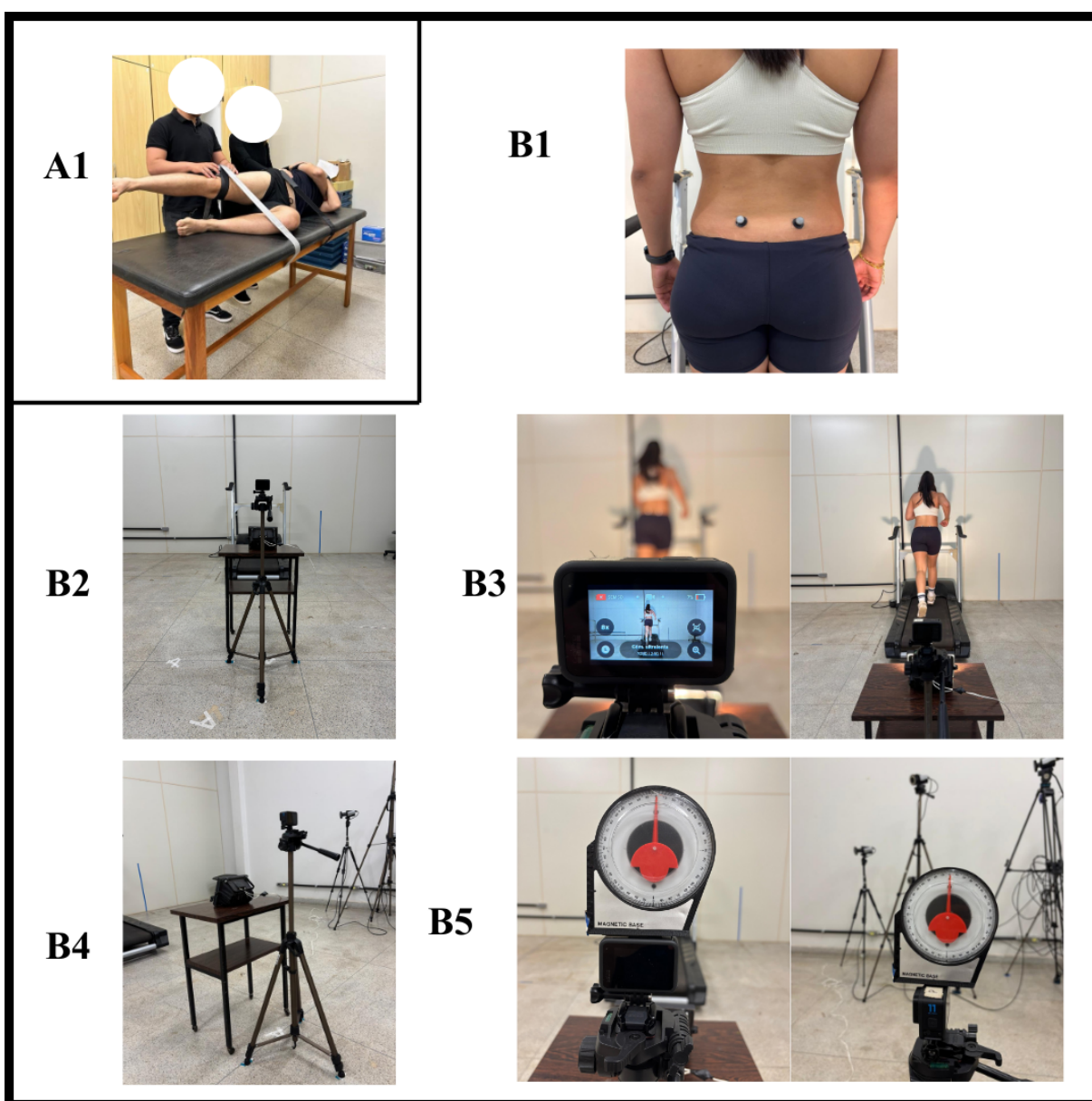


Figura 1. Configuração dos testes realizados: (A1) Avaliação do torque isométrico máximo de abdutores de quadril; (B1) Posicionamento dos marcadores reflexivos sobre as espinhas ilíacas póstero-superiores; (B2, B4 e B5) Alinhamento do tripé, câmera e refletor em relação à esteira; (B3) Coleta da corrida do voluntário sobre esteira.

Torque isométrico máximo de abdutores de quadril

O participante foi posicionado em decúbito lateral em uma maca (Figura 1 - A1), com velcro para estabilização do tronco, com os membros superiores posicionados à frente do corpo (Bittencourt *et al.*, 2016). O dinamômetro manual (*Lafayette Hand-Held Dynamometer, model 01165, Lafayette, Sagamore, EUA*) foi posicionado 5 cm proximal à linha articular do joelho, estabilizado contra o participante com uso de um cinto. O examinador posicionou o membro inferior testado com o quadril em leve abdução (aproximadamente 10°), com o objetivo de maior recrutamento de glúteo médio. Após familiarização com uma repetição, o voluntário realizou a abdução isométrica máxima do quadril por 5 segundos, repetindo o mesmo procedimento três vezes, com intervalo de 30 segundos entre cada contração isométrica. Incentivo verbal padronizado foi realizado para garantir que o voluntário realizasse a força máxima. Para o cálculo do torque, foi medido o braço de alavanca, dado pela distância do trocânter maior do fêmur até 5 cm proximal à linha articular do joelho. O teste foi realizado por somente um avaliador, previamente treinado. A confiabilidade intraexaminador desse teste foi excelente em estudo piloto com 10 participantes avaliados em dois dias separados por um intervalo de sete dias (Coeficiente de correlação intraclassa ($CCI_{3,3}$) = 0,997; (intervalo de confiança (IC 95%) = 0,987-0,999; Erro padrão da medida (EPM) = 0,02 Nm/kg).

Movimento pélvico no plano frontal

Inicialmente, dois marcadores refletivos foram colocados nas espinhas ilíacas póstero-superiores (EIPS) (Figura 1 - B1). Uma câmera GoPro (GoPro Hero Black 11, *model number*: CPS11, EUA), ajustada para coletar a 240 quadros por segundo, foi colocada posterior à esteira (Figura 1 - B2), de tal forma que a esteira estivesse no centro do visor da câmera (Figura 1 - B3). Além disso, a câmera foi colocada sobre um tripé (Figura 1 - B4 e B5), em que a altura foi ajustada para que o limite inferior da esteira coincidissem com o limite inferior do visor da câmera. Um refletor foi colocado próximo à câmera para contribuir com o posterior rastreamento dos marcadores. Os corredores correram com calçado habitual em esteira (Embree, modelo: 567 GT-2), sem inclinação, por 5 minutos em cada velocidade (i.e., VAS e VP).

A VAS foi determinada conforme procedimento descrito por Ratcliffe *et al.* (1997) e já empregado com corredores por Quirino *et al.* (2021). Nesse procedimento, o voluntário é orientado a correr na velocidade que julgar ser a mais próxima da média que realiza durante o treino de corrida. Para isso, o painel da esteira é ocluído de forma que somente o pesquisador pode visualizar a velocidade registrada pelo equipamento. Em seguida, o pesquisador aumenta a velocidade da esteira, gradativamente, e quando o voluntário começar a correr, ele é questionado se a velocidade está similar à média do treino ou se deseja aumentar ou diminuir. Caso julgue que a velocidade está similar, o pesquisador reduz a velocidade e depois aumenta novamente, colocando-a em uma velocidade que pode ser a mesma da anterior, superior ou inferior, e questiona o voluntário se a atual velocidade é similar à média do treino. Esse procedimento é repetido até que o voluntário acerte a mesma velocidade autosselecionada três vezes consecutivas. Nesse período, além da escolha da velocidade, o voluntário se familiariza com a esteira, assim, caso deseje, pode manter certa velocidade por algum período. Na VP, os voluntários correram em uma velocidade determinada de 3,33 m/s, para análise do movimento

em uma condição padronizada. Essa é uma velocidade similar à empregada em outros estudos (BUS *et al.*, 2003; HARRISON *et al.*, 2019; MORIN *et al.*, 2007).

Redução dos dados

A média dos valores obtidos nas três repetições para a mensuração da força isométrica máxima dos abdutores do quadril foi utilizada. Esse valor foi multiplicado pelo braço de alavanca para obter o torque, que foi normalizado pela massa corporal (Nm/kg). O ângulo de queda pélvica foi criado a partir da ligação entre os dois marcadores posicionados nas EIPS em relação à horizontal no Kinovea. Esse ângulo foi rastreado no minuto final de corrida em cada velocidade. Esses dados foram exportados em .csv e inseridos em uma ferramenta *opensource* desenvolvida com rotina para filtragem e análise dos dados (https://github.com/navesdudu/picosevales_analisequedapelvica). Especificamente, os dados passaram por filtro Butterworth bidirecional de 4ª ordem, com frequência de corte de 10 Hz. Após isso, o avaliador seleciona os picos e os vales do movimento pélvico no plano frontal de cada ciclo de passada. Os seguintes valores extraídos dessa rotina foram usados: média da queda pélvica em cada lado e média da duração do ciclo de corrida.

Análise Estatística

Estatística descritiva foi realizada para as variáveis de caracterização da amostra e da prática de corrida, assim como para as variáveis de desfecho (i.e., torque isométrico máximo de abdutores de quadril e queda pélvica). O pressuposto de normalidade dos dados dos testes realizados foi verificado e confirmado pelo teste de Shapiro-Wilk. Correlação de Pearson foi utilizada para verificar a associação entre o pico de torque isométrico máximo de abdutores do quadril e a queda pélvica. A análise foi realizada no JASP (versão 0.95.1) e o nível de significância foi de 0,05 para todas as análises.

Resultados

As características da prática de corrida estão apresentadas na Tabela 1 e as variáveis de desfecho investigadas, na Tabela 2. Os corredores correram em uma velocidade auto-selecionada de 3,4 (0,6) m/s. Não houve correlação entre o pico de torque isométrico máximo de abdutores do quadril e a queda pélvica tanto para o lado dominante quanto para o não dominante em ambas as velocidades de corrida investigadas ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 1 – Características da prática de corrida

Característica	$n = 19$
Experiência com corrida (<i>anos</i>)	5,8 (3,3)
Competições no último ano	7,6 (5,4)
Treino	
Frequência semanal	4,4 (1,4)
Duração por sessão (<i>min</i>)	53,8 (14,5)
Distância por sessão (<i>km</i>)	8,4 (2,0)
IPAQ	
Pontuação total	584,4 (398,2)
Classificação	
Ativo	3 (16%)
Muito ativo	16 (84%)

Legenda: Todas as variáveis estão apresentadas como média (desvio padrão), com exceção da classificação IPAQ que está apresentada como frequência observada (percentual). IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis investigadas

Variável	Dominante	<i>r (valor p)</i>	Não dominante	<i>r (valor p)</i>
TAQ (<i>Nm/kg</i>)	1,33 (0,30)		1,21 (0,29)	
Queda pélvica (°)				
Velocidade auto-seleciona da	6,8 (4,0)	0,12 (0,64)	6,0 (2,7)	-0,09 (0,72)
3,33 m/s	6,0 (3,5)	-0,02 (0,94)	6,5 (2,2)	-0,36 (0,13)

Legenda: Todas as variáveis estão apresentadas como média (desvio padrão). A queda pélvica foi preenchida conforme o membro inferior de apoio. Ou seja, o valor de queda pélvica dominante refere-se ao maior valor do movimento no plano frontal da pelve quando o membro inferior de apoio é dominante. TAQ = torque isométrico de abdutores de quadril

Discussão

Este estudo verificou a relação entre a magnitude do movimento pélvico no plano frontal e o pico de torque dos abdutores do quadril de corredores de rua. Os resultados não foram de acordo com as hipóteses. Acreditava-se que, quanto menor fosse o pico de torque dos abdutores do quadril, maior seria a queda pélvica; porém, não houve correlação. Assim, outros fatores podem contribuir com o movimento pélvico no plano frontal ou ainda níveis mais baixos de desempenho de abdutores de quadril podem se associar a compensações cinemáticas em outros segmentos corporais, como o tronco.

Os achados deste estudo são distintos de um estudo e corroboram outros já realizados com corredores usando sistema de análise de movimento tridimensional. Taylor-Haas *et al.*

(2014) identificaram uma correlação entre a maior amplitude de movimento de adução de quadril e força de abdutores de quadril. Em contrapartida, Venable *et al.* (2022) não encontraram correlação entre a força dos abdutores do quadril e a cinemática do quadril no plano frontal em corredoras universitárias de cross-country. Baggaley *et al.* (2015) também não observaram correlação entre a magnitude de adução de quadril durante a corrida e fraqueza dos abdutores de quadril. Os achados desses estudos juntamente com os resultados encontrados podem sugerir que o desempenho de abdutores do quadril pode estar relacionado a movimentos em outros segmentos corporais e não ao da pelve. Em associação com a queda pélvica, pode haver adução excessiva de quadril (i.e., medialização da parte distal da coxa, sem necessariamente ocorrer aumento de queda pélvica) durante a fase de apoio e, conseqüentemente, pode gerar efeitos em articulações distais do membro inferior (Souza *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2019; Elattar *et al.*, 2020). Além disso, Brund *et al.* (2018) notaram que alguns corredores podem compensar a fraqueza inclinando-se para o lado do membro inferior de apoio e, assim, reduzindo a demanda sobre os abdutores de quadril. Dessa forma, a redução do desempenho dos abdutores do quadril pode estar associada a movimentos em outros segmentos corporais que não a pelve. Destaca-se, ainda, que a estratégia adotada pelo corredor que apresenta redução do desempenho dos abdutores do quadril pode depender de outros fatores musculoesqueléticos (e.g., nível de desempenho dos músculos do tronco e alinhamento do membro inferior). Futuros estudos podem considerar a presença de subgrupos de corredores que adotam estratégias cinemáticas distintas frente a redução de desempenho de abdutores do quadril.

Este estudo apresenta limitações. O desenho deste estudo permite identificar a associação entre variáveis, mas não permite estabelecer causa e consequência. O efeito de modificar uma variável (p. ex., melhorar o desempenho de abdutores de quadril) na influência do grau de queda pélvica pode ser verificado em estudos futuros através de estudos

experimentais. Este estudo utilizou instrumentos clínicos para avaliar as variáveis de desfecho (i.e., dinamômetro manual e análise bidimensional do movimento pélvico). Esses instrumentos podem ser considerados como de menor validade que os utilizados em outros estudos (i.e., dinamômetro isocinético e análise tridimensional do movimento pélvico). Apesar disso, os achados deste estudo corroboram outros da literatura que utilizam instrumentos de referência para as variáveis de desfecho. Destaca-se ainda que Rodriguez *et al.* (2020) observaram que a força isométrica máxima de músculos do quadril não parece estar relacionada ou possui baixa associação com as forças estimadas de glúteos durante a corrida. Esse achado pode sugerir que futuras investigações considerem outros parâmetros para avaliação do desempenho de abdutores do quadril, como torque excêntrico ou ainda nível de resistência à fadiga. Também, fatores de alinhamento anatômico não foram investigados, como coxa valga e coxa vara. Por fim, a discussão realizada para interpretar os achados deste estudo poderia também ser confirmada por meio de análise cinemática durante a corrida de outros segmentos corporais não rastreados, como tronco e coxa. Assim, futuras investigações podem considerar a análise cinemática de outros segmentos corporais do corredor para verificar as possíveis estratégias adotadas frente a redução do desempenho de abdutores de quadril.

Conclusão

O torque isométrico máximo de abdutores de quadril não se correlacionou com a média do pico de queda pélvica durante a fase de contato da corrida. Esse resultado, juntamente com outros da literatura, sugerem a investigação de outras estratégias cinemáticas que podem ser adotadas pelo corredor frente a redução do desempenho de abdutores de quadril.

Referências

- Mattiuzzi, C., & Lippi, G. (2023). The general interest in running and walking has increased during the COVID-19: COVID-19 and sport. *Acta Biomedica Atenei Parmensis*, 94(2), e2023072–e2023072. <https://doi.org/10.23750/abm.v94i2.13955>
- Hespanhol Junior, L. C., Pillay, J. D., van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2015). Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. *Sports Medicine*, 45(10), 1455–1468. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0359-y>
- Kluitenberg, B., van Middelkoop, M., Diercks, R., & van der Worp, H. (2015). What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(8), 1143–1161. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0331-x>
- Videbæk, S., Bueno, A. M., Nielsen, R. O., & Rasmussen, S. (2015). Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(7), 1017–1026. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0333-8>
- van Poppel, D., van der Worp, M., Slabbekoorn, A., van den Heuvel, S. S. P., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. M. (2020). Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- Willwacher, S., Kurz, M., Robbin, J., Thelen, M., Hamill, J., Kelly, L., & Mai, P. (2022). Running-Related Biomechanical Risk Factors for Overuse Injuries in Distance Runners: a

Systematic Review considering Injury Specificity and the Potentials for Future Research. *Sports Medicine*, 52(8), 1863–1877. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01666-3>

Araújo, V. L., Souza, T. R., Carvalhais, V. O. do C., Cruz, A. C., & Fonseca, S. T. (2017). Effects of hip and trunk muscle strengthening on hip function and lower limb kinematics during step-down task. *Clinical Biomechanics*, 44, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.02.012>

Bittencourt, N. F. N., Ocarino, J. M., Mendonça, L. D., Hewett, T. E., & Fonseca, S. T. (2012). Foot and Hip Contributions to High Frontal Plane Knee Projection Angle in Athletes: A Classification and Regression Tree Approach. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(12), 996–1004. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4041>

Souza, T. R., Mancini, M. C., Araújo, V. L., Carvalhais, V. O. C., Ocarino, J. M., Silva, P. L., & Fonseca, S. T. (2014). Clinical measures of hip and foot–ankle mechanics as predictors of rearfoot motion and posture. *Manual Therapy*, 19(5), 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.10.003>

Gomes, R. B. O., Souza, T. R., Paes, B. D. C., Magalhães, F. A., Gontijo, B. A., Fonseca, S. T., Ocarino, J. M., & Resende, R. A. (2019). Foot pronation during walking is associated to the mechanical resistance of the midfoot joint complex. *Gait & Posture*, 70, 20–23. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.027>

Elataar, F. F., Abdelmajeed, S. F., Abdellatif, N. M. N., & Mohammed, M. M. (2020). Core muscles' endurance in flexible flatfeet: A cross - sectional study. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(3), 404–410. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32877977/>

- Menéndez, C., Batalla, L., Prieto, A., Rodríguez, M. Á., Crespo, I., & Olmedillas, H. (2020). Medial Tibial Stress Syndrome in Novice and Recreational Runners: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7457. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207457>
- Souza, R. B., & Powers, C. M. (2009). Differences in Hip Kinematics, Muscle Strength, and Muscle Activation Between Subjects With and Without Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(1), 12–19. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2885>
- Radzak, K. N., & Stickley, C. D. (2020). Fatigue-Induced Hip Abductor Weakness and Changes in Biomechanical Risk Factors for Running-Related Injuries. *Journal of Athletic Training*, 55(12). <https://doi.org/10.4085/1062-6050-531-19>
- Foch, E., Brindle, R. A., & Milner, C. E. (2020). Weak associations between hip adduction angle and hip abductor muscle activity during running. *Journal of Biomechanics*, 110, 109965. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109965>
- Snyder, K. R., Earl, J. E., O'Connor, K. M., & Ebersole, K. T. (2009). Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics*, 24(1), 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.09.009>
- Taylor-Haas, J. A., Hugentobler, J. A., DiCesare, C. A., Hickey Lucas, K. C., Bates, N. A., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2014). Reduced hip strength is associated with increased hip motion during running in young adult and adolescent male long-distance runners.

International Journal of Sports Physical Therapy, 9(4), 456–467.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25133074/>

Burnet, E. N., & Pidcoe, P. E. (2009). Isometric gluteus medius muscle torque and frontal plane pelvic motion during running. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(2), 284–288.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149539/>

Baggaley, M., Noehren, B., Clasey, J. L., Shapiro, R., & Pohl, M. B. (2015). Frontal plane kinematics of the hip during running: Are they related to hip anatomy and strength? *Gait & Posture*, 42(4), 505–510. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.07.064>

Rodriguez, M. W., Menhennett, S. A., Vannatta, C. N., & Kernozek, T. W. (2020). Relationship Among Maximum Hip Isometric Strength, Hip Kinematics, and Peak Gluteal Muscle Force During Running. *Physical Therapy in Sport*, 45, 188–196.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.06.009>

Venable, E. N., Seynaeve, L. A., Beale, S. T., Gamez, A., Domingo, A., Rosenthal, M. D., & Rauh, M. J. (2022). Relationships between Running Biomechanics, Hip Muscle Strength, and Running-Related Injury in Female Collegiate Cross-country Runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(6), 1053–1062. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36237650/>

Sever, O., Yunus Öztaşyonar, Halil İbrahim Ceylan, Bülent Okan Miçooğullari, Morgans, R., & Nicola Luigi Bragazzi. (2024). Unveiling the influence of hip isokinetic strength on lower extremity running kinematics in male national middle-distance runners: a correlational analysis. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 16(1).

<https://doi.org/10.1186/s13102-024-00946-x>

- Reinking, M. F., Dugan, L., Ripple, N., Schleper, K., Scholz, H., Spadino, J., Stahl, C., & McPoil, T. G. (2018). RELIABILITY OF TWO-DIMENSIONAL VIDEO-BASED RUNNING GAIT ANALYSIS. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 453–461. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6044590/>
- Damsted, C., Nielsen, R. O., & Larsen, L. H. (2015). Reliability of video-based quantification of the knee- and hip angle at foot strike during running. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 147–154. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25883863/>
- Maykut, J. N., Taylor-Haas, J. A., Paterno, M. V., DiCesare, C. A., & Ford, K. R. (2015). Concurrent validity and reliability of 2d kinematic analysis of frontal plane motion during running. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 136–146. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25883862/>
- Frederico, R. A., Santos, T. R. T., Okai-Nóbrega, L. A., Ocarino, J. M., Souza, T. R., & Fonseca, S. T. (2023). Runners with a history of shank and foot injury: Interactions among local musculoskeletal factors, age, and running experience. *Physical Therapy in Sport*, 62, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2023.05.001>
- Yamato, T. P., Saragiotto, B. T., & Lopes, A. D. (2015). A consensus definition of running-related injury in recreational runners: A modified Delphi approach. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(5). <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5741>
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. C., & Braggion, G. (2001). QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ):

ESTUDO DE VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE NO BRASIL. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 6(2), 5–18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>

Melick, N. V., Meddeler, B. M., Hoogeboom, T. J., Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., & van Cingel, R. E. H. (2017). How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLOS ONE*, 12(12), e0189876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189876>

Bittencourt, N. F. N., Santos, T. R. T., Gonçalves, G. G. P., Coelho, A. P., Gomes, B. G. B. de M., Mendonça, L. D. M., & Fonseca, S. T. (2016). Reference values of hip abductor torque among youth athletes: Influence of age, sex and sports. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 21, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.12.005>

Ratcliffe, R. J., & Holt, K. G. (1997). Low frequency shock absorption in human walking. *Gait & Posture*, 5(2), 93–100. [https://doi.org/10.1016/s0966-6362\(96\)01077-6](https://doi.org/10.1016/s0966-6362(96)01077-6)

Quirino, J., Santos, T. R. T., Okai-Nóbrega, L. A., de Araújo, P. A., Carvalho, R., Ocarino, J. de M., Souza, T. R., & Fonseca, S. T. (2021). Runners with a history of injury have greater lower limb movement regularity than runners without a history of injury. *Sports Biomechanics*, 23(2), 1–13. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1929435>

BUS, S. A. (2003). Ground Reaction Forces and Kinematics in Distance Running in Older-Aged Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1167–1175. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000074441.55707.d1>

- Harrison, K., Kwon, Y. U., Sima, A., Thakkar, B., Crosswell, G., Morgan, J., & Blaise Williams, D. S. (2019). Inter-joint coordination patterns differ between younger and older runners. *Human Movement Science*, 64, 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.01.014>
- Morin, J. B., Samozino, P., Zameziati, K., & Belli, A. (2007). Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running. *Journal of Biomechanics*, 40(15), 3341–3348. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.05.001>
- Brund, R. B. K., Rasmussen, S., Nielsen, R. O., Kersting, U. G., Laessoe, U., & Voigt, M. (2017). The association between eccentric hip abduction strength and hip and knee angular movements in recreational male runners: An explorative study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(2), 473–478. <https://doi.org/10.1111/sms.12923>

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação é composta por dois estudos que investigaram características musculoesqueléticas do quadril em corredores de rua. No primeiro estudo, identificou-se uma correlação negativa entre o alinhamento antepé-perna e o torque isométrico máximo dos abdutores e rotadores laterais do quadril. Além disso, não houve correlação entre o alinhamento antepé-perna e a rigidez passiva do quadril e o desempenho dos extensores do quadril. Esses achados reforçam a relação entre segmentos proximais e distais, o que contribui para o raciocínio clínico e, assim, para a abordagem fisioterapêutica de corredores de rua. A discussão dos achados sugere, ainda, a possibilidade de subgrupos de corredores que podem apresentar relações distintas entre as variáveis investigadas.

No segundo estudo, não foi observada correlação entre o torque isométrico máximo dos abdutores do quadril e a média dos picos de queda pélvica durante a fase de contato da corrida. A discussão desse achado sugere a possibilidade de apresentação de estratégias cinemáticas em outros segmentos que não a pelve na presença de redução de desempenho de abdutores do quadril. Além disso, a discussão sugere que outras formas de avaliação do desempenho de abdutores do quadril também podem ser consideradas em futuros estudos.

O desenho transversal de ambos os estudos permite identificar a associação entre variáveis, mas não permite estabelecer causa e consequência. Assim, futuras investigações podem considerar a análise cinemática da corrida de subgrupos de corredores, classificados com base nas variáveis investigadas neste estudo, associando tanto a análise cinemática de todo o membro inferior e tronco, quanto testes clínicos.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. L. et al. Effects of hip and trunk muscle strengthening on hip function and lower limb kinematics during step-down task. **Clinical Biomechanics**, v. 44, p. 28–35, maio 2017.

ARAÚJO, V. L. et al. The effects of small and large varus alignment of the foot-ankle complex on lower limb kinematics and kinetics during walking: A cross-sectional study. **Musculoskeletal Science and Practice**, v. 47, p. 102149, jun. 2020.

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

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. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 12, p. 996–1004, dez. 2012.

BITTENCOURT, N. F. N. et al. Reference values of hip abductor torque among youth athletes: Influence of age, sex and sports. **Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 21, p. 1–6, 1 set. 2016.

BRUND, R. B. K. et al. The association between eccentric hip abduction strength and hip and knee angular movements in recreational male runners: An explorative study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 2, p. 473–478, 22 jun. 2017.

BUCHANAN, K. R.; DAVIS, I. The Relationship Between Forefoot, Midfoot, and Rearfoot Static Alignment in Pain-Free Individuals. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 35, n. 9, p. 559–566, set. 2005.

BUJANG, M. A. An elaboration on sample size determination for correlations based on effect sizes and confidence interval width: a guide for researchers. **Restorative dentistry & endodontics**, v. 49, n. 2, 1 jan. 2024.

BULL, F. C. et al. World health organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, 25 nov. 2020.

BURNET, E. N.; PIDCOE, P. E. Isometric gluteus medius muscle torque and frontal plane pelvic motion during running. **Journal of sports science & medicine**, v. 8, n. 2, p. 284–8, jan. 2009.

BUS, S. A. Ground Reaction Forces and Kinematics in Distance Running in Older-Aged Men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 7, p. 1167–1175, jul. 2003.

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, jun. 2011.

CRUZ, A. C. et al. Reductions in rearfoot eversion posture due to proximal muscle strengthening are dependent on foot-ankle varus alignment. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 39, p. 79–86, jul. 2024.

CRUZ, A. DE C. et al. Pelvic Drop Changes due to Proximal Muscle Strengthening Depend on Foot-Ankle Varus Alignment. **Applied Bionics and Biomechanics**, v. 2019, p. 1–12, 12 maio 2019.

DAMSTED, C.; NIELSEN, R. O.; LARSEN, L. H. Reliability of video-based quantification of the knee- and hip angle at foot strike during running. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 2, p. 147–154, 1 abr. 2015.

ELATAAR, F. F. et al. Core muscles' endurance in flexible flatfeet: A cross - sectional study. **Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions**, v. 20, n. 3, p. 404–410, 1 set. 2020.

FAJARDO, C. DE C. et al. Hip passive stiffness is associated with midfoot passive stiffness. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 25, n. 5, p. 530–535, 2021.

FOCH, E.; BRINDLE, R. A.; MILNER, C. E. Weak associations between hip adduction angle and hip abductor muscle activity during running. **Journal of Biomechanics**, v. 110, p. 109965, set. 2020.

FRECKLETON, G.; COOK, J.; PIZZARI, T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 8, p. 713–717, 5 ago. 2013.

FREDERICO, R. A. et al. Runners with a history of shank and foot injury: Interactions among local musculoskeletal factors, age, and running experience. **Physical Therapy in Sport**, v. 62, p. 1–9, 1 jul. 2023.

GOMES, R. B. O. et al. Foot pronation during walking is associated to the mechanical resistance of the midfoot joint complex. **Gait & Posture**, v. 70, p. 20–23, 1 maio 2019.

HARRISON, K. et al. Inter-joint coordination patterns differ between younger and older runners. **Human Movement Science**, v. 64, p. 164–170, abr. 2019.

HESPANHOL JUNIOR, L. C. et al. Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. **Sports Medicine**, v. 45, n. 10, p. 1455–1468, 16 jul. 2015.

HUYGAERTS, S. et al. Does Muscle–Tendon Unit Structure Predispose to Hamstring Strain Injury During Running? A Critical Review. **Sports Medicine**, v. 51, n. 2, p. 215–224, 24 dez. 2020.

JAFARNEZHADGERO, A.; ALAVI-MEHR, S. M.; GRANACHER, U. Effects of anti-pronation shoes on lower limb kinematics and kinetics in female runners with pronated feet: The role of physical fatigue. **PLoS ONE**, v. 14, n. 5, 14 maio 2019.

KLUITENBERG, B. et al. What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 8, p. 1143–1161, 8 abr. 2015.

KNECHTLE, B.; NIKOLAIDIS, P. T. Physiology and pathophysiology in ultra-marathon running. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. 634, 1 jun. 2018.

MATSUDO, S. et al. QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ): ESTUDO DE VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE NO BRASIL. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2001.

MATTIUZZI, C.; LIPPI, G. The general interest in running and walking has increased during the COVID-19: COVID-19 and sport. **Acta Biomedica Atenei Parmensis**, v. 94, n. 2, p. e2023072–e2023072, 24 abr. 2023.

MAYKUT, J. N. et al. Concurrent validity and reliability of 2d kinematic analysis of frontal plane motion during running. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 2, p. 136–146, 1 abr. 2015.

MELICK, N. V. et al. How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. **PLOS ONE**, v. 12, n. 12, p. e0189876, 29 dez. 2017.

MENDONÇA, L. DE M. et al. A Quick and Reliable Procedure for Assessing Foot Alignment in Athletes. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 103, n. 5, p. 405–410, 1 set. 2013.

MENÉNDEZ, C. et al. Medial Tibial Stress Syndrome in Novice and Recreational Runners: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 20, p. 7457, 13 out. 2020.

MICHAUD, T. C. **Foot Orthoses and Other Forms of Conservative Foot Care**. [s.l.] Motion during the Gait Cycle., 1993.

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

MONAGHAN, G. M. et al. Forefoot angle at initial contact determines the amplitude of forefoot and rearfoot eversion during running. **Clinical Biomechanics**, v. 29, n. 8, p. 936–942, set. 2014.

MORIN, J. B. et al. Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running. **Journal of Biomechanics**, v. 40, n. 15, p. 3341–3348, jan. 2007.

MOUSAVI, S. H. et al. The effect of changing foot progression angle using real-time visual feedback on rearfoot eversion during running. **PLOS ONE**, v. 16, n. 2, p. e0246425, 10 fev. 2021.

PINTO, R. Z. A. et al. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. **Manual Therapy**, v. 13, n. 6, p. 513–519, dez. 2008.

QUIRINO, J. et al. Runners with a history of injury have greater lower limb movement regularity than runners without a history of injury. **Sports Biomechanics**, v. 23, n. 2, p. 1–13, 14 jun. 2021.

RADZAK, K. N.; STICKLEY, C. D. Fatigue-Induced Hip Abductor Weakness and Changes in Biomechanical Risk Factors for Running-Related Injuries. **Journal of Athletic Training**, v. 55, n. 12, 18 set. 2020.

RATCLIFFE, R. J.; HOLT, K. G. Low frequency shock absorption in human walking. **Gait & Posture**, v. 5, n. 2, p. 93–100, abr. 1997.

REINKING, M. F. et al. RELIABILITY OF TWO-DIMENSIONAL VIDEO-BASED RUNNING GAIT ANALYSIS. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 13, n. 3, p. 453–461, jun. 2018.

REINKING, M. F. et al. Changes in Running Kinematics and Kinetics Following a 10 km Run. **The International journal of sports physical therapy**, v. 18, n. 5, 1 out. 2023.

RESENDE, R. A. et al. Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. **Gait & Posture**, v. 41, n. 2, p. 395–401, fev. 2015.

RODRIGUEZ, M. W. et al. Relationship Among Maximum Hip Isometric Strength, Hip Kinematics, and Peak Gluteal Muscle Force During Running. **Physical Therapy in Sport**, v. 45, p. 188–196, jul. 2020.

ROSENBAUM, D. Foot loading patterns can be changed by deliberately walking with in-toeing or out-toeing gait modifications. **Gait & Posture**, v. 38, n. 4, p. 1067–1069, set. 2013.

SEVER, O. et al. Unveiling the influence of hip isokinetic strength on lower extremity running kinematics in male national middle-distance runners: a correlational analysis. **BMC sports science, medicine & rehabilitation**, v. 16, n. 1, 19 jul. 2024.

SNYDER, K. R. et al. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 1, p. 26–34, jan. 2009.

SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Differences in Hip Kinematics, Muscle Strength, and Muscle Activation Between Subjects With and Without Patellofemoral Pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 39, n. 1, p. 12–19, jan. 2009.

SOUZA, T. R. et al. Temporal couplings between rearfoot–shank complex and hip joint during walking. **Clinical Biomechanics**, v. 25, n. 7, p. 745–748, ago. 2010.

SOUZA, T. R. et al. Clinical measures of hip and foot–ankle mechanics as predictors of rearfoot motion and posture. **Manual Therapy**, v. 19, n. 5, p. 379–385, out. 2014.

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, jun. 2011.

TAYLOR-HAAS, J. A. et al. Reduced hip strength is associated with increased hip motion during running in young adult and adolescent male long-distance runners. **International journal of sports physical therapy**, v. 9, n. 4, p. 456–67, ago. 2014.

TIBERIO, D. Pathomechanics of Structural Foot Deformities. **Physical Therapy**, v. 68, n. 12, p. 1840–1849, 1 dez. 1988.

UHLRICH, S. D. et al. OpenCap: Human movement dynamics from smartphone videos. **PLOS Computational Biology**, v. 19, n. 10, p. e1011462–e1011462, 19 out. 2023.

VAN GENT, R. N. et al. Incidence and Determinants of Lower Extremity Running Injuries in Long Distance runners: A Systematic Review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 469–480, 8 mar. 2007.

VAN POPPEL, D. et al. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. **Journal of Sport and Health Science**, v. 10, n. 1, jun. 2020.

VENABLE, E. N. et al. Relationships between Running Biomechanics, Hip Muscle Strength, and Running-Related Injury in Female Collegiate Cross-country Runners. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 17, n. 6, p. 1053–1062, 2022.

VIDEBÆK, S. et al. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 7, p. 1017–1026, 8 maio 2015.

WILLWACHER, S. et al. Running-Related Biomechanical Risk Factors for Overuse Injuries in Distance Runners: a Systematic Review considering Injury Specificity and the Potentials for Future Research. **Sports Medicine**, v. 52, n. 8, p. 1863–1877, 5 mar. 2022.

WILLY, R. W.; DAVIS, I. S. The Effect of a Hip-Strengthening Program on Mechanics During Running and During a Single-Leg Squat. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 41, n. 9, p. 625–632, set. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for a Healthier World.** Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241514187>>.