



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

BRUNA CALAZANS LUZ

**ALTERAÇÕES CINEMÁTICAS E CARACTERÍSTICAS DE
CARGA DE TREINAMENTO EM CORREDORES E
CORREDORAS COM DOR PATELOFEMORAL**

São Carlos - SP

2021

Bruna Calazans Luz

**ALTERAÇÕES CINEMÁTICAS E CARACTERÍSTICAS DE
CARGA DE TREINAMENTO EM CORREDORES E
CORREDORAS COM DOR PATELOFEMORAL**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus de São Carlos, para a obtenção do título de Doutora em Fisioterapia.

Área de Concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional

Orientador: Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Flávia dos Santos

São Carlos - SP

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Bruna Calazans Luz, realizada em 23/02/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão (UFSCar)

Prof. Dr. Renan Alves Resende (UFMG)

Prof. Dr. Alessandro Haupenthal (UFSC)

Prof. Dr. Richard Eloin Liebano (UFSCar)

Profa. Dra. Paula Rezende Camargo (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Dedico esta tese aos meus pais, Luizinho e Tina e ao meu irmão, Diogo. Pelo apoio, dedicação e todo amor e carinho.

“Se a educação sozinha não transforma
a sociedade, sem ela tampouco a
sociedade muda.”

(Paulo Freire)

Agradecimentos

Eu sabia que não seria fácil colocar no papel toda minha gratidão, mas também não imaginava que seria tão difícil encontrar palavras para expressar o que estou sentindo neste momento. Sou muito grata à Deus e aos Espíritos de Luz por colocarem tantas pessoas especiais ao longo desta minha trajetória.

Começando pelos **meus pais**, que são as pessoas mais importantes da minha vida, meus exemplos, meus parceiros e meu porto seguro. Obrigada por todo incentivo, apoio, conforto, carinho, amor e dedicação. Por toda paciência, compreensão e respeito durante esses 4 anos. **Mãe**, obrigada por mover montanhas para me ver feliz, por sempre ter uma palavra acolhedora e incentivadora e por toda sua resiliência e positividade. **Pai**, obrigada por ser essa fortaleza, por se preocupar tanto com nossa família; pela sua generosidade, sabedoria e por sempre deixar minha cerveja “no ponto”. Minha gratidão por vocês é imensa e infinita.

Ao meu **irmão**, que admiro demais e que teve participação direta nesta tese. **Di**, obrigada por me ajudar com o processamento dos meus dados, ter paciência para me explicar o que é tão simples para você, me ouvir e me incentivar a ser melhor como pessoa. Foi essencial, em todos os sentidos, ter você por perto nesse último ano. Você é meu orgulho, minha inspiração!

Agradeço ao meu **orientador**, Prof. Dr. Fábio Serrão, que é exemplo claro de dedicação, profissionalismo, honestidade e altruísmo. **Fabinho**, obrigada por todo conhecimento compartilhado, pela disponibilidade, paciência, acessibilidade, confiança e amizade. Você me fez crescer muito como profissional e como pessoa também. Suas críticas sempre construtivas, discussões e reflexões foram fundamentais durante esse processo. Obrigada por cada conselho, incentivo e preocupação. Também não posso esquecer de agradecer os momentos de descontração, que foram extremamente importantes para tornar tudo mais “leve” e harmonioso. Foi um imenso prazer trabalhar com você, em um ambiente em que me sentia muito à vontade e que se tornou minha segunda casa.

À minha querida amiga e **co-orientadora**, Profa. Dra. Ana Flávia dos Santos, a qual eu tenho a maior admiração e carinho. **Ana**, que sorte poder contar com você em todos os momentos da minha vida. Não tenho palavras para agradecer por tudo que fez e continua fazendo por mim. Obrigada pelos ensinamentos e oportunidades, pela paciência, parceria, dedicação e, principalmente, por confiar e fazer com que eu confie em mim. Te admiro demais

e tenho muito orgulho em ver todo o seu crescimento profissional e pessoal. Torço muito por você e como sempre digo, você é fera (para não escrever outra coisa) demais!

Agradeço à **Mari**, que foi uma mãezona para mim desde a minha iniciação científica até o começo do meu doutorado e que se não fosse ela eu não estaria aqui hoje. Mari, obrigada pela amizade verdadeira, pelos ensinamentos, pelas coletas mais divertidas, por todo apoio, paciência e pelos momentos de descontração e desabafo. Sua tranquilidade faz tudo se tornar mais fácil. Sinto muitas saudades da nossa convivência e dos nossos (meus) cafés.

Aos amigos do **Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT)**, pela companhia diária, troca de conhecimento, por estarem sempre dispostos a ajudar e buscar soluções para qualquer tipo de problema e por tornarem o laboratório um ambiente agradável e unido. **Adalberto**, obrigada por ser tão atencioso, dedicado e preocupado com todos, sempre com uma piada pronta e uma frase de impacto na lousa. **Gabi e Raquel (Famosa)**, obrigada pela parceria e confiança durante as coletas e pelas nossas conversas, risadas e fofocas. **Bruna, Malu, Larissa e Giulia**, obrigada pelo convívio sempre muito agradável, pelas conversas e troca de experiências. Ao **Lucas**, aluno de iniciação científica, por nossas discussões sobre o projeto, pelas dúvidas e ensinamentos. Também agradeço aos antigos alunos do LAIOT, que fizeram parte dessa minha trajetória e que eu tive a sorte de conviver e aprender muito com eles. **Mari, Gi Lessi, Scattone, Guilherme e Anelise**, obrigada pelo acolhimento e por todo conhecimento compartilhado.

Agradeço à Profa. Dra. Paula Serrão, que além de excelente profissional é uma pessoa incrível, com um coração gigante. **Paulinha**, obrigada por estar sempre pronta para ajudar, ouvir e dar os melhores conselhos. Admiro sua resiliência e capacidade de fazer tantas coisas (muito bem feitas) ao mesmo tempo. Adoro sua família! Já aproveito para agradecer aos amigos do **LAPReM**, laboratório vizinho e muito querido. **Cristiano, Cristiane, Natália, André e Isa**, obrigada pela ótima convivência, troca de conhecimento, reuniões, seminários, pelas discussões muito enriquecedoras e por todos os momentos de descontração, bolos e cafezinhos também.

Aos amigos de outros laboratórios, **Lari, Glauko, Germanna, Clara, Bia, Gustavo, Danilo e Erika**, que compartilharam e estiveram presentes em momentos essenciais durante esse período do Doutorado. Em especial, agradeço à **Lari**, minha “migona” querida, obrigada pela amizade sincera, pela disponibilidade, pelo companheirismo e pelas risadas. Grande parceira dentro e fora das quadras, vou sentir muitas saudades até das suas doideiras. **Glaukin**,

amigo fiel, “pau para toda obra”, obrigada por toda atenção, cuidado e dedicação com todos que passam pelo seu caminho. Torço muito por vocês!

Agradeço as minhas amigas do time de **futsal da UFSCar** e ao meu técnico, **João**, por me proporcionarem tantos momentos divertidos e descontraídos, que foram mais do que necessário nesse período. Em especial, **a May, Carol, Aninha e Lari**. Foi uma honra ter feito parte desse time.

Às minhas amigas que a UFSCar me presenteou, **May, Ligia, Ju, Karine e Tiemi**, que foram extremamente importantes e muito presentes nessa jornada. Obrigada, meninas! Vocês são especiais demais.

Agradeço às minhas amigas de São Carlos, **Cacá, Marina, Lu, Thais, Bre, Debora, Cris, Mandix, Vic, Raissa e Julinha**, que me desde sempre me apoiam, me incentivam e comemoram cada conquista comigo.

Ao **Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da UFSCar** e à Universidade Federal de São Carlos (**UFSCar**), agradeço à oportunidade de conviver durante todos esses anos com pessoas e profissionais qualificados (docentes, discentes e funcionários).

Aos **voluntários** das nossas pesquisas, que aceitaram contribuir para a realização dos presentes estudos. Pela boa vontade, paciência, disponibilidade e compreensão durante as coletas.

Aos professores **membros da banca**, pela prontidão e aceite em participar dos processos de avaliação e pelas valiosas contribuições para o aprimoramento desta tese. Gratidão pelo tempo que vocês dedicaram à minha tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (**FAPESP**), pelo auxílio financeiro e incentivo à Educação em nosso país.

RESUMO

A corrida recreacional é uma das atividades físicas mais praticadas em todo o mundo. Apesar dessa atividade oferecer inúmeros benefícios fisiológicos e psicológicos à saúde, a corrida possui uma alta incidência de lesões. A dor patelofemoral (DPF) é uma das lesões relacionadas à corrida que mais acomete os corredores, sendo as mulheres duas vezes mais propensas a desenvolvê-la. Embora a etiologia da DPF ainda não esteja totalmente esclarecida, diversos fatores etiológicos são propostos a essa desordem musculoesquelética. Dentre eles, fatores intrínsecos, como a cinemática alterada dos membros inferiores, e fatores extrínsecos, como as características de carga de treinamento, têm sido relatados como possíveis causas do desenvolvimento da DPF. Porém, a relação desses fatores com a intensidade da dor e a função física de corredores e corredoras com DPF, além da possível influência do sexo na cinemática desses corredores, ainda não está relatada na literatura. Sendo assim, os objetivos da tese foram: 1- verificar se há associação entre a cinemática do quadril e joelho e a carga de treinamento da corrida com a intensidade da dor e o estado funcional em homens e mulheres com DPF e 2- investigar se as alterações na cinemática do quadril e joelho, durante a corrida, em pessoas com DPF, são específicas ao sexo. Foram avaliados corredores de ambos os sexos, com e sem DPF e com idade entre 18 e 35 anos. A avaliação cinemática foi realizada em esteira ergométrica durante a fase de apoio da corrida por meio de um sistema 3D e as variáveis de interesse foram: adução e rotação medial do quadril e abdução do joelho. Para avaliação da dor e função física, foram utilizados a escala visual analógica e o questionário *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) validado para a língua portuguesa. Os resultados indicaram que uma maior distância semanal foi associada a maior intensidade de dor em mulheres com DPF, porém não houve associação entre a cinemática do membro inferior nem do ritmo da corrida com a intensidade da dor e função física tanto nos homens quanto nas mulheres com DPF. Além disso, apesar das mulheres apresentarem maior adução do quadril do que os homens, independentemente da presença de DPF, não houve diferença entre mulheres com e sem DPF para essa variável. As alterações nas outras variáveis cinemáticas avaliadas (abdução do joelho e rotação medial do quadril) também não foram específicas ao sexo em pessoas com DPF. Concluímos que as alterações cinemáticas de joelho e quadril de corredores com DPF não são específicas ao sexo; além disso, os clínicos não devem apenas avaliar e tratar os fatores biomecânicos de corredores com DPF, mas também estar atento as cargas de treinamento, especialmente ao aumento da distância semanal.

Palavras-chave: Dor anterior do joelho; corrida; biomecânica; fisioterapia; reabilitação

ABSTRACT

Recreational running is one of the most practiced physical activities worldwide. Although this activity offers numerous physiological and psychological health benefits, the number of running-related injuries it has a very high incidence rate. Patellofemoral pain (PFP) is one of the running-related injuries that most affects runners, with females twice as likely to develop it. Although the etiology of PFP is not yet fully understood, several etiological factors are proposed for this musculoskeletal disorder. Among them, intrinsic factors, such as altered lower limb kinematics, and extrinsic factors, such as training load characteristics, have been reported as possible causes of the development of PFP. However, the relationship of these factors with pain intensity and physical function of females and males runners with PFP, in addition to the possible influence of sex on the kinematics of these runners, is not yet reported in the literature. Thus, the objectives of this thesis were: 1- to determine the association between knee and hip kinematics and training load with pain intensity and functional status in runners with PFP and 2- to investigating whether altered hip and knee kinematics in runners with PFP are sex-specific. Runners of both sexes, with and without PFP and aged between 18 and 35 years were evaluated. The kinematics analysis was performed on a treadmill during the stance phase of running a 3D system and the variables of interest were: hip adduction, hip internal rotation and knee abduction. To assess pain and physical function, the visual analog scale and the *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) questionnaire validated for the Portuguese language were used. Our results indicated that a greater weekly distance was associated with greater pain intensity in females with PFP, however there was no association between the lower limb kinematics or the pace of running with pain intensity and physical function of runners with PFP. In addition, although females have greater hip adduction than males, regardless of the presence of PFP, there was no difference between females with and without PFP for this variable. The alteration in the other kinematic variables assessed (increased knee abduction and hip internal rotation) were also not sex-specific in runners with PFP. We conclude that altered knee and hip kinematics of PFP runners are not sex-specific; in addition, clinicians should not only evaluate and treat the biomechanical factors of runners with PFP, but also be aware of training loads, especially the increase in weekly distance.

Keywords: Anterior knee pain; running; biomechanics; physiotherapy; rehabilitation.

LISTA DE TABELAS

ESTUDO I

- Tabela 1. Características demográficas e clínicas dos participantes (média (DP))24
- Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre Escala Visual Analógica (EVA), *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS), variáveis cinemáticas de quadril e joelho, distância semanal e ritmo de corrida.....25
- Tabela 3. Dados cinemáticos (graus), distância semanal (km/semana), ritmo de corrida (min/km), Escala Visual Analógica (cm) e *Anterior Knee Pain Scale* (pontuação) expressos em média (DP) para comparação entre os grupos.....27

ESTUDO II

- Tabela 1. Características dos participantes.....41
- Tabela 2. Média (DP) das variáveis cinemáticas de mulheres e homens com DPF e controles durante a fase de apoio total da corrida.....42
- Tabela 3. Média (DP) das variáveis cinemáticas de mulheres e homens com DPF e controles durante a sub fase de desaceleração da corrida.....43
- Tabela 4. Média (DP) das variáveis cinemáticas de mulheres e homens com DPF e controles durante a sub fase de aceleração da corrida.....44

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DA LITERATURA

- Figura 1. Modelo de homeostase tecidual proposto por Dye.....9
- Figura 2. (A) Imagem representando o ângulo Q com alinhamento normal da tíbia e do fêmur com o vetor lateral resultante que atua sobre a patela; (B) excessivo valgo dinâmico do joelho aumentando o ângulo Q e a força lateral que atua sobre a patela.....11
- Figura 3. Imagem demonstrando a distribuição da pressão hidrostática na patela de um sujeito representativo em 15° e 45° de flexão do joelho e em 5° e 10° de rotação medial do fêmur.....11

ESTUDO I

- Figura 1. Confirmação do padrão de aterrissagem com o retropé.....19
- Figura 2. Posicionamento dos marcadores anatômicos e de rastreamento.....21
- Figura 3.A) Aquecimento em esteira ergométrica B) Corrida na velocidade auto selecionada.22
- Figura 4. Gráfico de dispersão representando a correlação significativa da distância semanal com a intensidade da dor em mulheres com DPF.....26
- Figura 5. Curva média normalizada pelo tempo para os ângulos articulares durante a fase de apoio da corrida: A) adução do quadril, onde a adução é positiva, B) rotação medial do quadril, onde a rotação medial é positiva, e C) abdução do joelho, onde a abdução é positiva. As linhas tracejadas representam o desvio padrão acima e abaixo da curva.....28

ESTUDO II

- Figura 1. Anúncio de divulgação para recrutamento de participantes para a pesquisa.....36
- Figura 2. Modelo do calçado utilizado pelos participantes.....37
- Figura 3. Curva média normalizada da cinemática do A) quadril no plano frontal; B) quadril no plano transversal; e C) joelho no plano frontal, durante a fase total de apoio da corrida.....40

SUMÁRIO

1. PREFÁCIO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Corrida de rua e seus benefícios.....	5
2.2. Epidemiologia das lesões relacionadas à corrida	5
2.2.1. Epidemiologia da dor patelofemoral em corredores.....	6
2.3. Definição e diagnóstico da dor patelofemoral.....	6
2.4. Prognóstico da dor patelofemoral.....	7
2.5. Características de carga de treinamento e alterações cinemáticas em pessoas com DPF.....	8
2.5.1. Características de carga de treinamento.....	8
2.5.2. Alterações na cinemática do membro inferior.....	10
3. OBJETIVOS GERAIS DA TESE.....	13
4. ESTUDO I.....	14
4.1. Resumo.....	15
4.2. Introdução.....	16
4.3. Métodos.....	18
4.3.1. Participantes	18
4.3.2. Coleta de Dados.....	20
4.3.3. Análise Cinemática.....	20
4.3.4. Redução dos Dados.....	22
4.3.5. Análise Estatística.....	23
4.4. Resultados.....	24
4.5. Discussão.....	29
4.6. Conclusão	31
5. ESTUDO II.....	32
5.1. Resumo	33
5.2. Introdução.....	34
5.3. Métodos.....	35
5.3.1. Amostra	35
5.3.2. Critérios de elegibilidade.....	36
5.3.3. Procedimentos clínicos.....	37
5.3.4. Procedimentos experimentais.....	38
5.3.5. Redução dos dados.....	38
5.4. Análise Estatística.....	39
5.5. Resultados.....	40
5.5.1. Características dos participantes.....	40
5.5.2. Análise Cinemática.....	41
5.6. Discussão.....	44
5.7. Conclusão.....	47
6. CONCLUSÃO GERAL DA TESE.....	48
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO I.....	57
ANEXO II.....	63
ANEXO III.....	64

1. PREFÁCIO

Linha de pesquisa

O projeto de pesquisa de doutorado foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT), sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão e a co-orientação da Profa. Dra. Ana Flávia dos Santos. Ele está inserido na linha de pesquisa denominada “**Função Motora e Análise Biomecânica do Movimento Humano**” do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Projeto de pesquisa da Tese

Dois estudos compõe a presente tese. O primeiro, intitulado “*Are hip and knee kinematics and training load characteristics relate to pain intensity and physical function level in runners with Patellofemoral Pain?*” foi publicado no periódico *Gait and Posture*. Parte dos resultados também foi apresentada no II Congresso Internacional e III Congresso Brasileiro da Associação Brasileira de Fisioterapia Traumato-Ortopédica (ABRAFITO) em Belo Horizonte. O segundo, intitulado “*Are altered kinematics in runners with patellofemoral pain sex-specific?*” foi submetido ao periódico *Journal of Biomechanics* e está em fase de revisão.

A coleta de dados de ambos os estudos foi realizada no Núcleo Multidisciplinar de Análise do Movimento (NAM), pertencente ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Participação em projetos de pesquisa e extensão

Durante o período de 07/2017 a 08/2018, fui bolsista de treinamento técnico III pela FAPESP (processo 2017/12373-7), vinculado ao projeto de pesquisa “Avaliação biomecânica do salto em sujeitos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) com enxerto dos tendões flexores: relação com osteoartrite patelofemoral” (processo 2016/13837-4). Neste período, auxiliei na instalação e manuseio da plataforma de força, bem como na divulgação, recrutamento e seleção de voluntários para o projeto de pesquisa vinculado a essa bolsa, além de participar dos testes pilotos. Além disso, tive a oportunidade de aprender a manusear equipamentos que não tinha tido contato antes, como a plataforma de força e o

dinamômetro manual digital *Lafayette Manual Muscle Test System* (*Lafayette Instruments, IN, USA*).

Além do desenvolvimento do meu projeto, durante o doutorado, participei ativamente de outros 4 projetos desenvolvidos no LAIOT, sendo um de mestrado, um de doutorado e dois de iniciação científica. O projeto de mestrado foi um estudo randomizado controlado, que tinha como objetivo verificar o efeito de uma sessão de *feedback* multimodal na cinemática de membros inferiores e tronco durante um salto do balé clássico. Neste projeto, eu fui responsável pela aplicação das intervenções. Parte dos resultados desse estudo foi apresentado no IX Congresso Nacional e VII Congresso Internacional da Sociedade Nacional de Fisioterapia Esportiva e da Atividade Física - SONAFE 2019 e foi classificado em 3º lugar no V Concurso de Monografias, Dissertações e Teses desse evento. Atualmente, um dos artigos decorrentes desse projeto está submetido no periódico *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vinculado a esse projeto, um projeto de iniciação científica foi desenvolvido e também pude colaborar como avaliadora, realizando avaliações de medidas clínicas em mais de 40 bailarinas. Parte dos resultados desse estudo será apresentada no "*International Foot and Ankle Biomechanics Virtual Meeting 2021*".

O projeto de doutorado supracitado também foi um estudo randomizado controlado que teve como objetivo comparar os efeitos de dois protocolos de reabilitação aplicados a pessoas com dor patelofemoral. Eu participei do desenvolvimento, bem como realizei as avaliações cinemáticas propostas nesse projeto. Assim, tive a oportunidade de aprender a manusear outro tipo de sistema 3D para avaliação cinemática (*Vicon Motion Systems Ltd, Oxford*) e outros softwares para coleta e análise de dados (*Nexus System 2.1.1e 3D Motion Monitor Software - Innovative Sports Training, Chicago*). Porém, devido à pandemia da COVID-19, tivemos que interromper temporariamente o estudo. Entretanto, coletamos dados e tratamos 37 pessoas com dor patelofemoral (incluindo avaliações no *baseline*, e após seis semanas, doze semanas, três meses, seis meses e um ano) e, atualmente, estamos na fase de processamento dos dados coletados. Um manuscrito sobre o protocolo desse ensaio clínico está submetido no periódico *Trials*. Além disso, vinculado a esse projeto de doutorado, um projeto de iniciação científica foi desenvolvido e também participei como avaliadora, realizando avaliações de medidas clínicas e de desempenho muscular em mais de 40 mulheres com dor patelofemoral. Nesse projeto, aprendi a manusear mais um equipamento durante as avaliações do desempenho muscular, o dinamômetro isocinético *Biodex Multi Joint System 3* (*Biodex Medical Systems Inc.,*

New York, USA). Atualmente, esse estudo encontra-se em fase de processamento de dados e, futuramente, será submetido a um periódico científico.

Também no período de doutorado, atuei como supervisora do projeto de extensão denominado “Ambulatório para atendimento fisioterapêutico a atletas”, sob a coordenação da Profa. Dra. Ana Flávia dos Santos. Foram realizados mais de 80 atendimentos em atletas da cidade de São Carlos, na Unidade Saúde Escola (USE) da UFSCar, no período de fevereiro a dezembro de 2018. Além dos atendimentos, eram realizadas reuniões científicas teórico-práticas quinzenais com os membros do projeto (alunos da graduação, pós-graduação e coordenação), com discussões de casos clínicos e palestras de professores convidados. Nesse projeto, tive bastante contato com a prática clínica em fisioterapia esportiva.

Atividades didáticas

No segundo semestre de 2017 participei do Programa de Estágio Supervisionado em Capacitação Docente (PESCD) na disciplina de Cinesioterapia. Essa disciplina foi ministrada no formato de Metodologia Ativa de Aprendizagem. Sendo assim, além de ter ministrado uma aula sobre fortalecimento, também tive a oportunidade de participar ativamente como facilitadora em pequenos grupos, guiando as discussões sobre os temas das aulas e estimulando a participação dos alunos.

Também fui co-orientadora de dois alunos do curso de graduação em Fisioterapia da UFSCar. Um deles, por motivos pessoais, precisou trancar o curso por um período e, assim, não deu continuidade ao seu projeto. Entretanto, com o outro aluno pude colaborar com o desenvolvimento de seu projeto de Iniciação Científica, que também foi apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Além disso, um resumo com parte dos resultados desse projeto seria apresentado no Congresso Brasileiro de Fisioterapia (COBRAFI) em abril de 2020, porém o evento foi adiado devido à pandemia da COVID-19. Além disso, durante todo período de doutorado, participei como banca examinadora de trabalhos de conclusão de curso de graduação.

Contribuição dos resultados de pesquisa para o avanço científico e relevância social

Nesta tese, exploramos alguns fatores que têm sido associados ao desenvolvimento/progressão da dor patelofemoral em corredores. Por se tratar de uma disfunção que afeta grande parte dessa população, trazendo prejuízos físicos e psicológicos, procuramos avançar no entendimento, do ponto de vista cinemático e das características de carga de treinamento, de como esses fatores se associam com a DPF, contribuindo para uma abordagem mais específica no tratamento desses corredores, focando em um retorno mais rápido a essa atividade que possui muitos benefícios para a saúde.

Descrição da tese para o público leigo

Nesta tese, procuramos identificar possíveis relações entre alguns movimentos do joelho e quadril e também das cargas de treinamento (volume semanal e ritmo de corrida) com a intensidade da dor e a função física de corredores e corredoras com dor patelofemoral (dor anterior de joelho). Além disso, buscamos investigar se as alterações dos movimentos do joelho e quadril em corredores com dor patelofemoral são específicas do sexo.

Link do currículo Lattes e ORCID

- Endereço para acessar o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6864506216289656>
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9713-5793>

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Corrida de rua e seus benefícios

A corrida é uma das formas de atividade física mais populares em todo o mundo (LEE et al., 2017). Segundo uma pesquisa que reuniu dados de mais de 70 mil eventos de corrida em diversos países do mundo, incluindo o Brasil, entre os anos de 1986 a 2018, foi constatado que nos últimos 10 anos houve um aumento de 57,8% (de 5 a 7,9 milhões de participantes) no número de praticantes de corrida (RUNREPEAT, 2019).

Essa popularidade pode ser explicada por vários motivos. Em comparação com outros tipos de esportes e exercícios de intensidade vigorosa, a corrida atenua muitas barreiras para ser fisicamente ativo. Ela é conveniente, pois não exige inscrição em academia, nem equipamento ou treinamento especializado (LEE et al., 2017). É também uma atividade que pode acontecer em uma grande variedade de ambientes e horários, portanto, pode ser mais fácil de se encaixar no cotidiano dos praticantes (SCHEERDER; BREEDVELD; BORGERS, 2015). Além disso, ao contrário de muitos esportes que requerem a presença de outros participantes, a corrida pode ser praticada individualmente (HITCHINGS; LATHAM, 2016).

Além da conveniência e praticidade, a corrida recreacional praticada regularmente está associada a inúmeros efeitos benéficos na saúde e no estilo de vida, que vão desde a melhoria da aptidão cardiorrespiratória e dos níveis de colesterol e triglicérides até o aumento da longevidade e melhora da saúde mental (LEE et al., 2017). Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios para a saúde que a corrida oferece a seus adeptos, as lesões musculoesqueléticas são uma grande barreira na participação contínua dos praticantes, podendo levar à interrupção temporária ou permanente das atividades de corrida, além de altos custos socioeconômicos. Assim, ao invés de colaborar com a saúde pública, essas lesões podem se tornar um problema considerável.

2.2. Epidemiologia das lesões relacionadas à corrida

A incidência das lesões relacionadas à corrida varia de 3 a 85% (VAN GENT et al., 2007; KLUITENBERG et al., 2015) e de 2,5–33 lesões por 1000 horas de corrida (VIDEBAEK et al., 2015). Dentre elas, a maioria é categorizada como lesões de “uso excessivo” ou

“sobreuso”, que ocorrem quando há um desequilíbrio entre a carga repetitiva de um tecido e sua capacidade adaptativa (BERTELSEN et al., 2017). Essas lesões se desenvolvem gradualmente ao longo do tempo (BERTELSEN et al., 2017; SHRIER et al., 2017) e acredita-se que estejam associadas a uma etiologia complexa e multifatorial (HRELJAC, 2005; MALISOUX et al., 2015a). Os fatores associados às lesões na corrida representam uma gama de exposições e são atribuídos a fatores modificáveis, como fatores biomecânicos (CEYSSSENS et al., 2019), características de treinamento, fatores psicológicos, índice de massa corporal, tipos de calçados e palmilhas, tipos de terreno e superfície; e a fatores não modificáveis, como idade, sexo, altura, experiência de corrida, lesões prévias e fatores anatômicos (HULME et al., 2016).

2.2.1. Epidemiologia da dor patelofemoral em corredores

Uma revisão sistemática que incluiu 17 estudos e mais de 11.000 participantes encontrou que o local mais acometido pelas lesões relacionadas à corrida é o joelho (7,2% a 50%) (VAN GENT et al., 2007). Dentre essas lesões, a dor patelofemoral (DPF) é a disfunção mais comum (TAUNTON et al., 2002), com uma incidência anual variando de 4% a 21% em corredores recreativos (THIJS et al., 2007; NOEHREN; HAMILL; DAVIS, 2013; RAMSKOV et al., 2015). Por esse motivo a DPF é conhecida como “joelho de corredor” (ARROL; EDWARDS, 1999) e representa de 13% a 30% das consultas médicas para lesões relacionadas à corrida (MACINTYRE et al., 1991; TAUTON et al., 2002).

2.3. Definição e diagnóstico da dor patelofemoral

A dor patelofemoral (DPF) é considerada uma das formas mais comuns de dor no joelho. Ela é uma condição clínica caracterizada por dor retro e/ou peripatelar, de início insidioso, e associada a atividades que aumentam o estresse/sobrecarga na articulação patelofemoral, tais como a caminhada, corrida, saltos, subida e descida de escadas e a permanência na posição sentada com os joelhos flexionados por longos períodos de tempo (DAVIS; POWERS, 2010). Alguns indivíduos com DPF também podem apresentar outros sintomas como crepitação e uma sensação de falseio no joelho (THOME; AUGUSTSSON; KARLSSON, 1999). Como geralmente o início dos sintomas é insidioso e progressivo, o diagnóstico costuma ser tardio (WILLY et al., 2019) e é baseado na história do paciente e no exame físico para descartar outros diagnósticos patoanatômicos (ex. tendinopatia patelar, lesão de menisco, lesão ligamentar, luxação patelar, etc) (NÄSLUND et al., 2006). Algumas

revisões sistemáticas sobre testes diagnósticos para a DPF mostraram que a maioria dos testes clínicos possui pobre acurácia diagnóstica (COOK et al., 2012; NUNES et al., 2013). Os autores do último guia de prática clínica (WILLY et al., 2019) recomendam que os clínicos deveriam usar a reprodução da dor retropatelar ou peripatelar durante o agachamento como um teste diagnóstico para a DPF. Esses autores também recomendam que sejam usadas outras atividades funcionais que sobrecarregam a articulação patelofemoral com o joelho em flexão, tal como a subida e descida de degraus, como testes diagnósticos para a DPF.

2.4. Prognóstico da dor patelofemoral

A DPF não é uma condição auto limitante (SANDOW; GOODFELLOW, 1985). Anteriormente, a DPF era considerada uma condição comum em adolescentes e que acabaria por se resolver com o tempo (PATEL; NELSON, 2000). No entanto, estudos de acompanhamento de longo prazo indicam que mais de 50% dos pacientes com DPF têm um resultado desfavorável após 5 a 20 anos (NIMON et al., 1998; WITVROUW et al., 2004; LANKHORST et al., 2016). Dois estudos descreveram fatores prognósticos de adultos e adolescentes com DPF e ambos mostraram que os pacientes com maior duração dos sintomas e piores pontuações na escala *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) eram mais propensos a ter um resultado desfavorável, tanto após um ano quanto após cinco a oito anos de acompanhamento (COLLINS et al., 2013; LANKHORST et al., 2016). Isso pode ter um impacto substancial na qualidade de vida e no encargo de viver com a DPF, como perda da função física, perda de identidade própria, confusão e medo relacionados à dor e preocupação com o futuro (SMITH et al., 2018).

Vários autores sugeriram que a DPF pode ser um precursor da osteoartrite patelofemoral (OAPF) (THOMAS et al., 2010; MILLS; HUNTER, 2014; CROSSLEY, 2014). Embora faltem evidências adequadas para apoiar isso (CULVENOR et al., 2017), existem vários fatores de risco convergentes associados a ambas as condições do joelho, incluindo crepitação, sexo feminino e dor ao redor da patela (LANKHORST et al., 2012; PEAT et al., 2012; MILLS; HUNTER, 2014). Além disso, o aumento da pressão de contato e estresse de cisalhamento na articulação patelofemoral foram relatados em indivíduos com DPF, sugerindo que o estresse articular alterado pode ocorrer antes do dano estrutural em pacientes com OAPF (FARROKHI; KEYAK; POWERS, 2011). No entanto, atualmente faltam dados prospectivos de longo prazo para confirmar essa relação e estudos que objetivaram investigar a relação longitudinal entre

DPF e OAPF apresentam resultados conflitantes (KANNUS et al., 1999; LANKHORST et al., 2016). Portanto, permanece desconhecido se a DPF é precursora da OAPF, e futuros estudos longitudinais são necessários para confirmar esta possível relação.

2.5. Características de carga de treinamento e alterações cinemáticas em pessoas com DPF

Alguns fatores podem contribuir para o desenvolvimento e/ou progressão da DPF em corredores, entre eles as cargas de treinamento e as alterações na cinemática do membro inferior. Um assunto comum envolvendo a carga de treinamento e as alterações na cinemática do membro inferior é o excessivo estresse patelofemoral. De acordo com o modelo proposto por Powers e colaboradores, a DPF está associada a uma carga anormal (sobrecarga) na articulação patelofemoral, ou seja, elevado estresse articular (POWERS et al., 2017). O excessivo estresse patelofemoral, definido como a força de reação da articulação patelofemoral por unidade de área de contato da patela contra o fêmur (BRECHTER; POWERS, 2002), por sua vez, pode afetar várias estruturas patelofemorais (por exemplo, osso subcondral, tecido adiposo infrapatelar, retináculo e estruturas ligamentares), podendo contribuir para a experiência de dor, ou seja, nocicepção (POWERS et al., 2017). Diante desta informação, segue abaixo uma apresentação dos estudos que tratam destes assuntos.

2.5.1. Características de carga de treinamento

Em 1996, Dye propôs um modelo de homeostase tecidual que estipula que, para se manter saudável, a articulação patelofemoral requer cargas a serem aplicadas dentro do envelope de função, que corresponde à capacidade máxima do corpo em tolerar e se recuperar da carga (DYE, 1996) (Figura 1). De acordo com esse modelo, ultrapassar o limiar da carga, ou seja, o envelope de função, com uma alta magnitude e/ou frequência representa uma sobrecarga supra-fisiológica, que interrompe a homeostase do tecido e, por sua vez, pode aumentar os disparos nociceptivos na região patelofemoral. Embora esse conceito pareça lógico do ponto de vista clínico, as pesquisas que sustentam seu papel na fisiopatologia da DPF permanecem escassas.

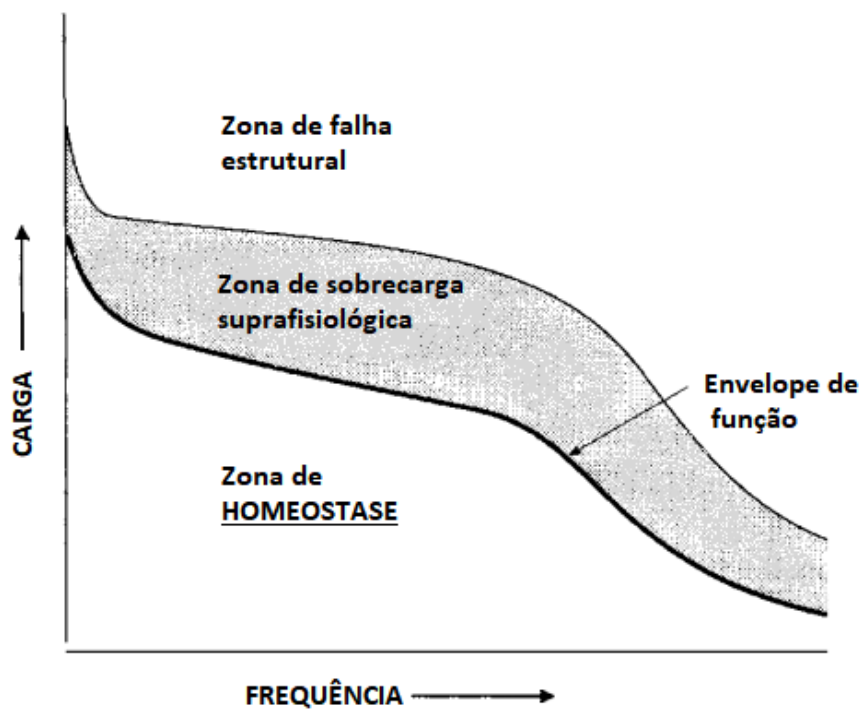


Figura 1- Modelo de homeostase tecidual proposto por Dye (1996).

Em corredores, acredita-se que mudanças rápidas na carga de treinamento (por exemplo, aumento da distância, ritmo e corrida em declive) além do nível de adaptação do tecido causam lesões na corrida (DAMSTED et al., 2018). Nielsen e colaboradores (NIELSEN et al., 2014) relataram que corredores novatos que aumentaram sua distância semanal em mais de 30% foram mais vulneráveis a desenvolver lesões relacionadas a corrida baseadas na distância, como a DPF, do que corredores que mudaram sua distância semanal de corrida em menos de 10%. Um fator alternativo que pode influenciar o risco de lesão em distâncias excessivas de corrida pode ser as mudanças na velocidade/ritmo de corrida (MILLER et al., 2014). Schache e colaboradores (SCHACHE et al., 2011) descobriram que a força e o trabalho articulares do joelho aumentam com o aumento da velocidade de corrida. Isso pode levar à suposição de que a carga na articulação do joelho é reduzida se um corredor completar uma corrida de longa distância em uma velocidade reduzida (PETERSEN; SØRENSEN; NIELSEN, 2015). Entretanto, é importante considerar o fato de que um corredor completa uma série de passadas enquanto corre, e o número de passadas depende do comprimento da passada, que é influenciado pela velocidade de corrida. Apesar da diminuição observada na carga por passada na articulação do joelho quando a velocidade de corrida é diminuída (SCHACHE et al., 2011) um aumento correspondente no número de passadas necessárias para completar uma

determinada distância pode compensar os benefícios da redução da carga por passada (PETERSEN; SØRENSEN; NIELSEN, 2015).

Diante disto, atualmente, alguns programas de reabilitação para pessoas com DPF têm enfatizado o manejo/gerenciamento de carga (RATHLEFF et al., 2015; ESCULIER et al., 2018; RATHLEFF et al., 2019). Especificamente em relação ao manejo/gerenciamento de carga em corredores com DPF, um recente ensaio clínico randomizado controlado (ESCULIER et al., 2018) demonstrou que a educação de corredores em relação ao manejo de carga (diminuição da velocidade, evitar subidas e descidas, aumento da frequência semanal de treinos e diminuição da duração de cada sessão) resultou em benefícios similares na dor e função física quando comparada à educação associada ao fortalecimento dos músculos do quadril/tronco e joelho e à educação associada ao retreinamento da corrida (aumento da taxa de passos, aterrissagem no antepé/mediopé e correr mais suavemente). Diante desses resultados, esses autores enfatizaram que a educação apropriada sobre a modificação das cargas de treinamento, de acordo com os sintomas do paciente, deve ser um componente primário da reabilitação em corredores com DPF (ESCULIER et al., 2018).

Observa-se que essa relação entre a carga de treinamento (mais especificamente a distância e o ritmo de corrida) e a DPF em corredores ainda foi pouco explorada. Além disto, de acordo com o nosso conhecimento, não se sabe se essa relação se comporta diferentemente em homens e mulheres. Talvez, a elucidação destas questões poderia auxiliar na elaboração de programas de reabilitação específicos ao sexo para corredores com DPF. Diante disto, uma das questões-problemas da presente tese é se há associação entre a carga de treinamento na corrida, a intensidade da dor e a função física em homens e mulheres.

2.5.2. Alterações na cinemática do membro inferior

A cinemática alterada dos membros inferiores nos planos frontal e transversal pode contribuir para o aumento do estresse patelofemoral (POWERS, 2003). Por exemplo, o excessivo valgo dinâmico do joelho (que, no plano frontal, é composto pela adução do quadril e abdução do joelho) aumenta o ângulo do quadríceps (ângulo Q) e, conseqüentemente, o vetor de força lateral que atua sobre a patela, podendo resultar em aumento do estresse no compartimento lateral da articulação patelofemoral (HUBERTI; HAYES, 1984; POWERS, 2003) (Figura 2). Já o aumento da rotação medial do quadril resulta na redução da área de

contato patelofemoral e, assim, também favorece o aumento do estresse patelofemoral (SALSICH; PERMAN, 2007). Um recente estudo mostrou que apenas 5° de rotação medial do fêmur é capaz de aumentar o estresse na cartilagem patelar em 26%, sugerindo que a carga da articulação patelofemoral é muito sensível aos movimentos do joelho no plano transversal (LIAO et al., 2015) (Figura 3).

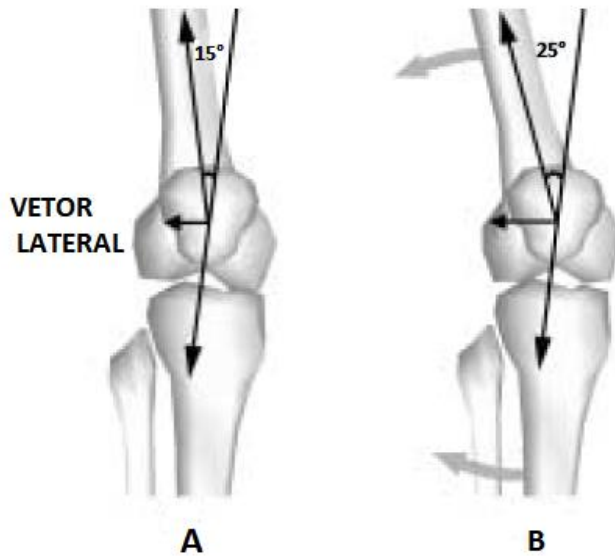


Figura 2- (A) Imagem representando o ângulo Q com alinhamento normal da tíbia e do fêmur com o vetor lateral resultante que atua sobre a patela; (B) excessivo valgo dinâmico do joelho aumentando o ângulo Q e a força lateral que atua sobre a patela (POWERS, 2003).

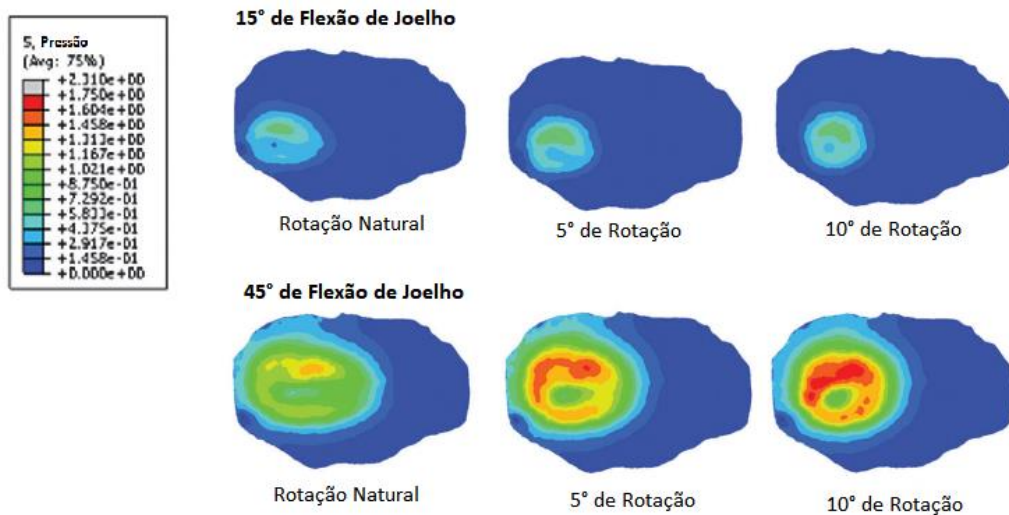


Figura 3- Imagem demonstrando a distribuição da pressão hidrostática na patela de um sujeito representativo em 15° e 45° de flexão do joelho e em 5° e 10° de rotação medial do fêmur (LIAO et al., 2015).

A maioria dos estudos que comparou a cinemática do quadril e joelho entre corredores com e sem DPF apresentou resultados divergentes. Enquanto alguns estudos que avaliaram corredores encontraram maior pico de adução do quadril (WILLSON; DAVIS, 2008; NOEHREN et al., 2012a; FOX et al., 2018; NEAL et al., 2019), maior amplitude e pico de rotação medial do quadril (NOEHREN et al., 2012a; FOX et al., 2018; SOUZA; POWERS, 2009a) e maior amplitude de abdução do joelho (FOX et al., 2018) em comparação com corredores saudáveis, outros estudos demonstraram que o pico de adução (DIERKS et al., 2011) e de rotação medial do quadril (WILLSON; DAVIS, 2008; DIERKS et al., 2011) naqueles com DPF é menor do que ou não se difere dos (ESCULIER et al., 2015) corredores saudáveis. No entanto, uma observação importante é que esses estudos compararam mulheres com e sem DPF (SOUZA; POWERS, 2009a; WILLSON; DAVIS, 2008; NOEHREN et al., 2012a) ou, ainda, incluíram homens e mulheres no mesmo grupo (DIERKS et al., 2011; ESCULIER et al., 2015; FOX et al., 2018; NEAL et al., 2019), não permitindo assim identificar se as alterações cinemáticas observadas em pessoas com DPF são específicas ao sexo.

Embora as mulheres possuam maior risco de desenvolver DPF do que os homens, apresentando maiores taxas de incidência e prevalência (BOLING et al. 2010; RATHLEFF et al., 2015), os homens também experienciam DPF. Desta forma, para o delineamento de intervenções mais específicas, é importante investigar se homens e mulheres com DPF possuem diferenças nos movimentos do quadril e joelho nos planos frontal e transversal. Neste contexto, um estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa comparou a cinemática do membro inferior, durante o agachamento unipodal, entre mulheres e homens, com e sem DPF, e encontrou que o aumento da rotação medial do quadril foi específico às mulheres com DPF (NAKAGAWA et al., 2012a). Especificamente em relação à corrida, de acordo com o nosso conhecimento, apenas um estudo comparou a cinemática do membro inferior entre mulheres e homens, com e sem DPF, alocados em grupos independentes (NEAL et al., 2019). Esses autores relataram que as mulheres com DPF apresentaram significativamente maior pico de adução do quadril quando comparadas às mulheres saudáveis. Além disto, houve uma tendência das mulheres com DPF correrem com maior pico de adução do quadril que os homens com DPF e os homens saudáveis. Uma observação importante sobre esse estudo é que a análise cinemática foi realizada na velocidade auto selecionada pelos corredores, porém possíveis influências desta variável nos ângulos das articulações do membro inferior não foram consideradas na análise dos dados. Portanto, a segunda questão-problema da presente tese é se as alterações na cinemática do quadril e joelho, nos planos frontal e transversal, em corredores com DPF, considerando-se as

possíveis diferenças na velocidade na análise dos dados, são específicas ao sexo. Assim como apontado para a carga de treinamento, a elucidação dessa questão poderia auxiliar na elaboração de programas de reabilitação específicos ao sexo para corredores com DPF.

3. OBJETIVOS GERAIS DA TESE

Diante do exposto, os objetivos desta tese foram: identificar possíveis associações entre a cinemática do membro inferior e as cargas de treinamento com a intensidade da dor e o estado funcional em corredores e corredoras com DPF; além de investigar se as alterações na cinemática do membro inferior em corredores com DPF são específicas do sexo.

4. ESTUDO I

A cinemática do quadril e joelho e as características de carga de treinamento estão relacionadas à intensidade da dor e ao nível de função física em corredores com Dor Patelofemoral?

Bruna Calazans Luz, Ana Flávia dos Santos, Fábio Viadanna Serrão

O artigo foi publicado no periódico científico *Gait and Posture* (Anexo I).

4.1. Resumo

Introdução: A dor patelofemoral (DPF) é a lesão mais comum relacionada à corrida. A cinemática alterada do quadril e do joelho e aumentos na distância semanal e no ritmo de corrida estão frequentemente associados ao desenvolvimento e exacerbação da DPF.

Pergunta da pesquisa: Os movimentos alterados e as características de carga de treinamento (distância semanal e ritmo de corrida) estão relacionados à intensidade da dor ou ao nível de função física em corredores com DPF?

Métodos: Quarenta corredores recreativos com DPF (20 homens e 20 mulheres) participaram deste estudo transversal observacional. A cinemática tridimensional do quadril e joelho foi quantificada durante a fase de apoio da corrida. A distância semanal foi definida como a média de quilômetros semanais de corrida e o ritmo de corrida como o ritmo médio da atividade medido em minutos por quilômetro. Uma escala visual analógica foi usada para avaliar a pior dor no joelho durante a última semana e o questionário *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS), validado para a língua portuguesa, foi usado para avaliar a função física do participante. Uma matriz de correlação de Pearson foi utilizada para investigar a associação entre cada variável dependente (pior dor na última semana e pontuação do AKPS) e as variáveis independentes (cinemática do joelho e quadril, distância semanal e ritmo de corrida).

Resultados: Não houve correlação significativa entre as variáveis cinemáticas, dor e função física para homens e mulheres analisados separadamente e em um mesmo grupo. A distância semanal (km/semana) correlacionou-se positivamente com a intensidade da dor ($r = 0,452$; $p < 0,05$) em mulheres com DPF. Uma regressão linear simples revelou que a distância semanal foi um preditor significativo de dor em mulheres com DPF. As mulheres exibiram um pico e amplitude de adução de quadril significativamente maior do que os homens e os homens tiveram um ritmo de corrida significativamente maior em comparação com as mulheres.

Significância: A distância semanal deve ser considerada no contexto clínico durante a reabilitação da DPF em corredoras com o objetivo de reduzir a dor.

Palavras-chave: corrida; dor anterior de joelho; carga de treinamento; análise cinemática; função.

4.2 Introdução

A corrida é uma das atividades físicas mais praticadas no mundo com impacto significativo na longevidade (LEE et al., 2017). Além de oferecer benefícios fisiológicos e psicológicos à saúde, também possui um baixo custo econômico e é de fácil acessibilidade (OJA et al., 2015). Entretanto, embora ela seja uma forma de atividade física muito popular e ofereça benefícios à saúde, uma meta-análise concluiu que a taxa de incidência de lesões relacionadas à corrida varia de 2,5 a 33,0 lesões por 1000 horas de corrida. (VIDEBAEK et al., 2015). Como consequência, os corredores apresentam níveis reduzidos de atividade física com perda dos benefícios de saúde associados.

As lesões da corrida têm sido associadas a uma etiologia multifatorial, que inclui as características pessoais (fatores anatômicos e/ou biomecânicos) e a carga de treinamento (volume semanal, ritmo e experiência de corrida) (SARAGIOTTO et al., 2014). A lesão mais comum da corrida é a dor patelofemoral (DPF) (FRANCIS et al., 2019). A DPF é definida como dor ao redor ou atrás da patela que é agravada por atividades que sobrecarregam a articulação patelofemoral (por exemplo, agachamento, subida/descida de escada e corrida) (CROSSLEY et al., 2016). Recentemente, a etiologia da DPF tem sido considerada um mosaico complexo entre várias influências anatômicas, biomecânicas, psicológicas, sociais e comportamentais, que estão conectadas umas às outras e, provavelmente, contribuem para a dor (POWERS et al., 2017).

Dentro do contexto biomecânico, considera-se que o aumento do estresse patelofemoral, com consequente disparo nociceptivo do osso subcondral densamente inervado, possa estar relacionado ao desenvolvimento e persistência da DPF (LACK et al., 2019). Foi sugerido que o controle deficiente dos movimentos do quadril e joelho nos planos transversal e frontal pode alterar a mecânica da articulação patelofemoral. Uma meta-análise identificou evidências moderadas de uma relação entre a DPF e o aumento do pico de adução e rotação medial do quadril em corredores (NEAL et al., 2016). Além disso, foi relatado que corredores com DPF persistente também corriam com maiores picos de adução e rotação medial do quadril em comparação com corredores assintomáticos (FOX et al., 2018; WILLY et al., 2012a; NOEHREN et al., 2012a). Atualmente, uma revisão sistemática mostrou que evidências limitadas indicaram maior pico de adução do quadril em corredoras que desenvolveram DPF (CEYSSENS et al., 2019). Em combinação, essas alterações cinemáticas têm sido propostas por contribuírem com o aumento do estresse da articulação patelofemoral, resultante de um

aumento no valgo dinâmico da articulação do joelho durante atividades com suporte de peso corporal (POWERS, 2010).

Além desses fatores biomecânicos propostos, as características de carga de treinamento devem ser consideradas como exposições primárias de interesse para qualquer mecanismo de lesão (MALISOUX et al., 2015a). Isso tem sido explicado por um desequilíbrio entre o aumento da carga repetitiva do sistema musculoesquelético do corredor e seu processo de reparo, o que acaba resultando nas lesões (HRELJAC, 2005). Dentre as características de carga de treinamento, aumentos na distância semanal e no ritmo de corrida são frequentemente observados na DPF (NIELSEN et al., 2012; NIELSEN et al., 2013). A evidência para apoiar esta suposição é, no entanto, contraditória entre os estudos. Um estudo prospectivo revelou que corredores novatos que aumentaram sua distância de corrida semanal em mais de 30% foram mais vulneráveis a lesões relacionadas à distância, como a DPF (NIELSEN et al., 2014). Além disso, outro estudo prospectivo relatou que corredores mais lentos (velocidade média <12km/h) lesionados correram em média uma distância semanal maior em comparação com corredores mais lentos sem lesões. Em contraste, um estudo observacional não encontrou nenhuma diferença na distância semanal e no ritmo de corrida em corredores com e sem DPF (DUFFEY et al., 2000). Mais recentemente, um estudo prospectivo de lesões por sobreuso na corrida revelou que corredores com e sem lesões apresentaram distâncias semanais e ritmo de corrida semelhantes desde o início do estudo (MESSIER et al., 2018). Apesar dos resultados divergentes encontrados na literatura, a investigação de fatores modificáveis, como volume e intensidade da corrida, que podem influenciar a carga, é necessária para entender o papel dessas variáveis de carga de treinamento em corredores com DPF.

Embora vários estudos tenham analisado e comparado a cinemática dos membros inferiores e as características de carga de treinamento em corredores com DPF e em corredores assintomáticos, não foi estabelecido se os movimentos alterados e as características da carga de treinamento (distância semanal e ritmo de corrida) estão relacionados à intensidade da dor e/ou ao nível de função física de corredores com DPF. Apenas um estudo analisou a associação entre cinemática de membros inferiores durante a descida de degrau, intensidade de dor e função física em pessoas com DPF e encontrou uma associação entre essas variáveis (NAKAGAWA et al., 2013). No entanto, de acordo com nosso conhecimento, nenhum estudo fez essa associação em corredores com DPF. A investigação de uma possível relação entre a cinemática do joelho e quadril e a carga de treinamento com a intensidade da dor e a função física pode

contribuir para estratégias de tratamento mais precisas e específicas para corredores de ambos os sexos com DPF.

Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar a associação entre a cinemática do joelho e quadril e a carga de treinamento com a intensidade da dor e a função física em corredores com DPF. Além disso, o objetivo também foi determinar se essas associações são diferentes para homens e mulheres. Foi hipotetizado que corredores homens e mulheres com DPF apresentarão uma relação positiva entre maiores movimentos do quadril e joelho [pico e amplitude de movimento (ADM) de adução do quadril, rotação medial do quadril e abdução do joelho] e maior carga de treinamento (distância semanal e ritmo de corrida) com maior intensidade de dor e menor função física.

4.3. Métodos

4.3.1. Participantes

Este estudo observacional transversal incluiu 40 corredores recreativos com DPF (20 homens e 20 mulheres). O tamanho da amostra foi definido com base em um poder de previsão de 90% e um alfa de 0,05 com $r = -0,48$. O valor de r foi determinado com base em um estudo anterior (NAKAGAWA et al., 2013) que avaliou a relação entre a adução do quadril com a função física em pessoas com DPF. Indicou-se um tamanho mínimo de amostra de 38 participantes.

Oitenta e quatro corredores responderam às tentativas de recrutamento. A maioria não era elegível para inclusão devido a lesões associadas nos membros inferiores, critérios de idade, baixa distância (quilômetros) de treinamento semanal e curta duração dos sintomas de DPF. Quarenta corredores preencheram os critérios de inclusão e aceitaram participar deste estudo.

Todos os participantes tinham entre 18 e 35 anos de idade e foram recrutados por meio de folhetos afixados em Universidades de São Carlos, grupos de corrida, clubes, eventos de corrida e em redes sociais. Para serem incluídos, os corredores deveriam ter um padrão de aterrissagem com o retropé, correr no mínimo 15 km por semana nos últimos 3 meses, relatar sintomas de DPF durante e/ou após seu treinamento de corrida nos últimos 3 meses não relacionados a qualquer evento traumático e ter experiência prévia com esteira ergométrica. O padrão de aterrissagem com o retropé foi confirmado por uma câmera qualitativa em tempo real (120 Hz) posicionada lateralmente ao pé (um metro de distância) do corredor avaliado (Figura

1). Além disso, os participantes precisavam relatar dor peripatelar ou retropatelar prontamente reproduzível durante a realização de pelo menos duas das seguintes atividades funcionais além da corrida: subir e/ou descer escadas, ajoelhar, agachar, permanecer por longos períodos sentados, saltar e durante a contração isométrica do quadríceps. Por fim, eles deveriam apresentar a pior intensidade de dor no joelho de “3” ou mais na semana anterior, usando uma escala visual analógica (EVA) de 10 cm (“0” indicando nenhuma dor e “10” indicando dor extremamente intensa).



Figura 1 – Confirmação do padrão de aterrissagem com o retropé.

Os corredores não eram incluídos no estudo se relatassem: 1) história prévia de cirurgia no joelho; 2) lesão ou dor nas costas, quadril ou tornozelo; 3) instabilidade patelar; 4) sinais ou sintomas de envolvimento meniscal ou ligamentar do joelho; ou 5) qualquer condição neurológica que afetaria o movimento.

Todos os potenciais participantes foram avaliados por um fisioterapeuta licenciado, que fez a triagem quanto aos critérios de inclusão e não inclusão. Antes da participação, todos os corredores assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido conforme aprovado pelo Comitê de Ética em Investigações em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (Número do Parecer: 3.089.896; CAAE: 03881118.6.0000.5504).

4.3.2. Coleta de Dados

Antes da avaliação cinemática, o *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) validado para a população brasileira foi preenchido por todos os participantes (KUJALA et al., 1993). O AKPS é composto por 13 questões de múltipla escolha para avaliar a gravidade dos sintomas da DPF e as limitações funcionais do participante. A pontuação varia de 0 (pior condição) a 100 (condição normal do joelho, sem sintomas e sem restrições funcionais diárias). Em sequência, os corredores relataram sua pior intensidade de dor na última semana na EVA de 10 cm. As pontuações da EVA foram calculadas medindo o comprimento da linha da âncora esquerda (sem dor) até a marca feita pelo participante.

4.3.3. Análise Cinemática

Para avaliar a corrida, a cinemática articular tridimensional (7 câmeras, *Qualisys Motion-Capture System*, Qualisys Medical-AB, Suécia) do quadril e joelho foi registrada a 240 Hz usando marcadores refletivos anatômicos e de rastreamento colocados em cada participante nas seguintes estruturas anatômicas: trocânter maior do fêmur bilateralmente, ponto mais alto da crista ilíaca bilateralmente, espinhas ilíacas ântero-superiores (EIAS) e póstero-superiores (EIPS) bilateralmente, L5/S1, epicôndilos lateral e medial do fêmur, maléolos lateral e medial, cabeças do 1° e 5° metatarsos e ponta do pé (Figura 2). Dois marcadores de rastreamento (*clusters*), constituídos de quatro marcadores não colineares fixados em uma base rígida, foram fixados nos sujeitos com faixas de velcro, na face posterior da coxa e da perna. Outro *cluster*, constituído de três marcadores não colineares fixados em uma base rígida, foi fixado na face posterior do calcâneo, por meio de fita adesiva dupla-face. A coleta de dados incluiu a avaliação cinemática do membro inferior afetado do participante (sintomas unilaterais) ou do membro mais afetado (sintomas bilaterais) (NAKAGAWA et al., 2013).



Figura 2 – Posicionamento dos marcadores anatômicos e de rastreamento.

Um par de tênis de corrida neutro (Asics Gel-Equation 5, ASICS, Kobe, Japão) foi fornecido para todos os participantes. Os corredores fizeram o aquecimento em esteira ergométrica (modelo LX 160 GIII, *Movement*) a uma velocidade constante de 4,5 km/h por cinco minutos (Figura 3A). Após o aquecimento, eles realizaram um período de familiarização na esteira correndo na sua velocidade preferida (auto selecionada) durante 5 minutos. Durante esse período, os corredores puderam modificar a velocidade até se sentirem confortáveis. Em seguida, já com a velocidade confortável estabelecida pelo participante, eles corriam por mais dois minutos sem alteração da velocidade e pelo menos 30 passadas consecutivas do membro inferior afetado foram registrados (Figura 3B).

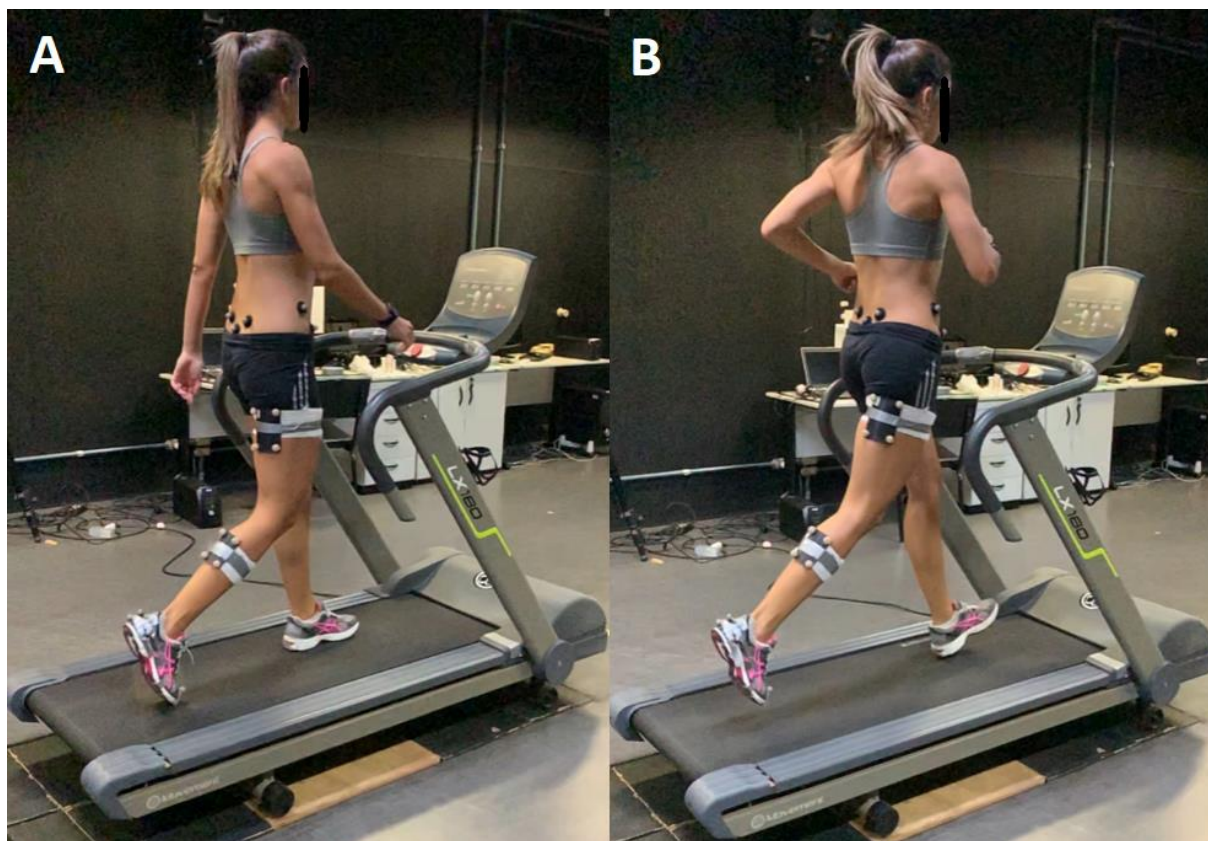


Figura 3 – **A)** Aquecimento em esteira ergométrica. **B)** Corrida na velocidade auto selecionada.

4.3.4. Redução dos Dados

Os dados cinemáticos foram filtrados usando um filtro *Butterworth* passa-baixa de 4ª ordem, *zero lag*, a 12 Hz. Os ângulos de Cardan foram calculados em relação a coleta estática em pé usando as definições do sistema de coordenadas da articulação, conforme recomendado pela Sociedade Internacional de Biomecânica (WU et al., 2002). A média de 10 passadas consecutivas foi analisada para cada coleta de corrida para as variáveis cinemáticas e o *software Visual 3D* (*C-Motion Inc., Rockville, EUA*) foi usado para calcular o sistema de coordenadas articulares anatômicas.

As variáveis cinemáticas de interesse consistiram no pico da adução do quadril, pico de rotação medial do quadril e pico de abdução do joelho; e de ADM de adução do quadril, ADM de rotação medial do quadril e ADM de abdução do joelho. Todos os dados cinemáticos (picos angulares e ADM) foram analisados durante a fase de apoio da corrida. A análise para determinar as variáveis cinemáticas e para identificar o contato inicial e a retirada do pé da esteira foi realizada utilizando um algoritmo customizado no *software Matlab* (*Mathworks,*

Natick, MA). O contato inicial foi identificado como o ponto no tempo em que o marcador do calcâneo mudou de velocidade positiva para negativa na direção ântero-posterior (ZENI; RICHARDS; HIGGINSON, 2008) e a retirada do pé foi determinada pelo segundo pico de extensão do joelho (FELLIN et al., 2010). Um estudo prévio foi conduzido para determinar a confiabilidade teste-reteste das medidas cinemáticas. Nove participantes foram testados em 2 ocasiões, que foram separadas por 7 dias. O coeficiente de correlação intraclassa ($ICC_{1,1}$) e o erro padrão de medição foram, respectivamente, 0,79 e 1,46° para o pico de adução do quadril, 0,81 e 1,73° para o pico de rotação medial do quadril e 0,91 e 1,44° para o pico de abdução do joelho.

A distância semanal foi definida como a média de quilômetros semanais de corrida, enquanto o ritmo de corrida foi definido como o ritmo médio do treino medido em minutos por quilômetro (min / km) (NIELSEN et al., 2013) por meio da velocidade média escolhida por cada corredor.

4.3.5. Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas no *software SPSS* (versão 17, *SPSS Inc., Chicago, IL, EUA*). Inicialmente, a distribuição estatística e a homocedasticidade dos dados foram verificados com o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene, respectivamente. Uma matriz de correlação de Pearson foi usada para investigar a associação entre cada variável dependente (pior dor na última semana e pontuação do AKPS) e as variáveis independentes (cinemática do joelho e quadril, distância semanal e ritmo de corrida) para ambos os grupos separadamente e em conjunto. A variável que apresentou correlação significativa com as variáveis dependentes foi usada em um modelo de regressão linear simples. Todas as análises de correlação e regressão foram realizadas usando dados para ambos os grupos combinados, e para mulheres e homens separadamente. Testes t para amostras independentes foram usados para testar as diferenças de sexo no nível de dor, função física auto relatada, variáveis cinemáticas, distância semanal e ritmo de corrida. Os tamanhos de efeito foram calculados usando o d de Cohen e interpretados como 0 a 0,40 efeito pequeno, 0,41 a 0,70 efeito moderado, 0,71 ou maior efeito grande (COHEN, 1988). O nível de significância foi estabelecido em 0,05.

4.4. Resultados

Os valores descritivos das características demográficas e clínicas dos participantes estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas dos participantes (média (DP)).

Variáveis	Todos os participantes (n=40)	Mulheres DPF (n=20)	Homens DPF (n=20)
Idade (anos)	27,67 (4,01)	27,45 (3,48)	27,9 (4,56)
Massa Corporal (kg)	70,8 (13,85)	61,09 (7,33)	80,52 (11,88)
Altura (m)	1,71 (0,09)	1,66 (0,04)	1,77 (0,08)
IMC (kg/m ²)	23,82 (2,97)	22,13 (2,32)	25,51 (2,60)
Frequência de corrida (dias/semana)	3,36 (0,77)	3,35 (0,79)	3,38 (0,77)
Experiência de corrida (anos)	2,13 (2,15)	1,67 (1,75)	2,59 (2,46)

IMC= índice de massa corporal.

Não houve correlação significativa entre as variáveis cinemáticas, a intensidade de dor e a função física tanto para homens e mulheres analisados separadamente quanto em conjunto (Tabela 2). No entanto, a distância semanal (km/semana) apresentou correlação positiva com a intensidade da dor ($r = 0,452$; $p < 0,05$) no grupo de mulheres com DPF (Figura 4). Além disso, a distância semanal emergiu como preditora de dor para o grupo de mulheres com DPF ($r^2 = 0,204$; $p = 0,045$). Também não houve correlação significativa entre o ritmo de corrida e a intensidade da dor e a função física para homens e mulheres analisados separadamente e em conjunto.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre Escala Visual Analógica (EVA), *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS), variáveis cinemáticas de quadril e joelho, distância semanal e ritmo de corrida.

	EVA r (p-valor)	AKPS r (p-valor)
TODOS		
Pico		
Adução do Quadril	0,063 (0,697)	-0,144 (0,374)
Rotação Medial do Quadril	-0,019 (0,906)	-0,039 (0,813)
Abdução do Joelho	0,309 (0,052)	-0,082 (0,614)
Amplitude movimento		
Adução do Quadril	0,027 (0,869)	-0,147 (0,364)
Rotação Medial do Quadril	0,181 (0,264)	-0,100 (0,541)
Abdução do Joelho	0,099 (0,545)	-0,145 (0,371)
Distância Semanal	0,226 (0,161)	-0,048 (0,768)
Ritmo de Corrida	0,117 (0,459)	-0,110 (0,486)
MULHERES DPF		
Pico		
Adução do Quadril	0,039 (0,872)	-0,067 (0,778)
Rotação Medial do Quadril	0,001 (0,995)	-0,212 (0,370)
Abdução do Joelho	0,305 (0,191)	0,126 (0,597)
Amplitude de Movimento		
Adução do Quadril	0,107 (0,654)	-0,298 (0,202)
Rotação Medial do Quadril	0,052 (0,827)	-0,174 (0,462)
Abdução do Joelho	-0,016 (0,946)	-0,213 (0,366)
Distância Semanal	0,452 (0,045) *	-0,253 (0,282)
Ritmo de Corrida	-0,143 (0,548)	-0,172 (0,468)
HOMENS DPF		
Pico		
Adução do Quadril	-0,039 (0,871)	-0,372 (0,107)
Rotação Medial do Quadril	-0,127 (0,594)	0,149 (0,530)
Abdução do Joelho	0,302 (0,196)	-0,312 (0,180)
Amplitude de Movimento		
Adução do Quadril	-0,275 (0,240)	0,009 (0,969)
Rotação Medial do Quadril	0,393 (0,086)	-0,016 (0,947)
Abdução do Joelho	0,275 (0,241)	-0,083 (0,728)
Distância Semanal	-0,171 (0,474)	0,319 (0,170)
Ritmo de Corrida	0,339 (0,123)	-0,179 (0,425)

*indica $p < 0,005$.

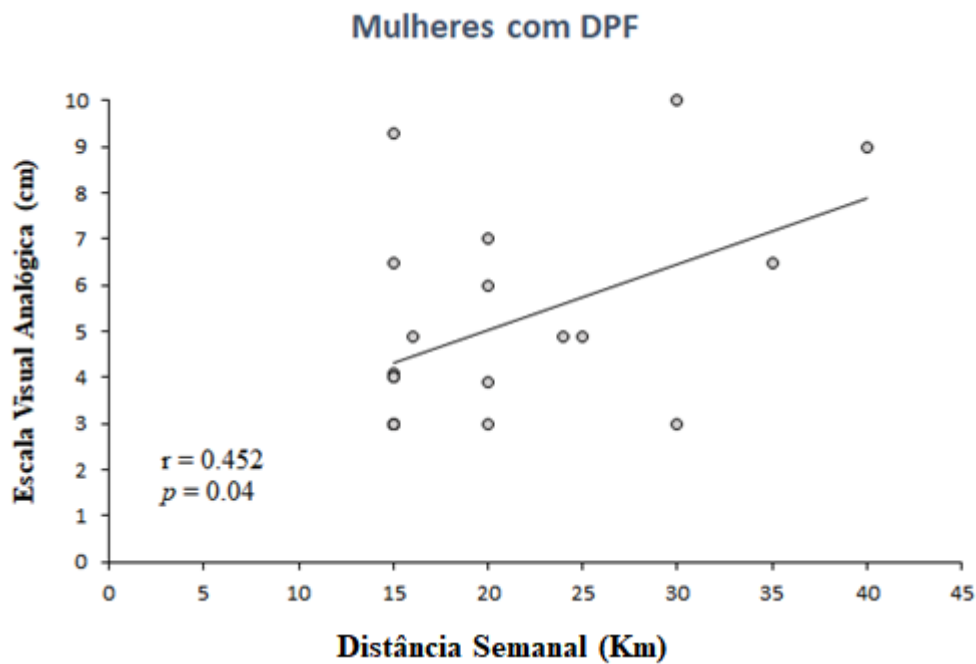


Figura 4 – Gráfico de dispersão representando a correlação significativa da distância semanal com a intensidade da dor em mulheres com DPF.

Em média, as mulheres exibiram pico e ADM de adução do quadril significativamente maiores do que os homens e os homens apresentaram um ritmo de corrida significativamente maior em comparação com as mulheres (Tabela 3). Não houve diferença significativa na intensidade de dor e da função física entre mulheres e homens com DPF (Tabela 3). A curva média normalizada pelo tempo da cinemática do quadril e joelho durante a fase de apoio da corrida para todos os participantes é apresentada na Figura 5.

Tabela 3. Dados cinemáticos (graus), distância semanal (km/semana), ritmo de corrida (min/km), Escala Visual Analógica (cm) e *Anterior Knee Pain Scale* (pontuação) expressos em média (DP) para comparação entre os grupos.

	Todos DPF	Mulheres DPF	Homens DPF	P-valor	Tamanho do efeito
Variáveis Independentes					
PICOS					
Adução do quadril	11,25 (3,6)	13,01 (3,4)	9,5 (2,9)	0,001*	0,49
Rotação Medial do quadril	16,77 (4,1)	17,68 (4,3)	15,87 (3,6)	0,165	0,22
Abdução do joelho	3,48 (2,9)	4,36 (2,5)	2,6 (3,1)	0,059	0,3
ADM					
Adução do quadril	8,4 (3,2)	9,48 (3,6)	7,32 (2,3)	0,031*	0,33
Rotação Medial do quadril	18,3 (4,1)	17,99 (4,1)	18,61 (4,3)	0,647	0,11
Abdução do joelho	10,01 (3,1)	9,56 (2,5)	10,46 (3,5)	0,367	0,14
Distância Semanal	21,65 (7,2)	20,75 (7,5)	23,25 (5,5)	0,166	0,2
Ritmo de corrida	6,9 (0,9)	7,49 (0,7)	6,37 (0,7)	0,001*	0,59
Variáveis Dependentes					
EVA	4,6 (2,1)	4,84 (2,5)	4,36 (1,7)	0,495	0,1
AKPS	78,77 (8,6)	79,3 (9,09)	78,25 (8,3)	0,706	0,05

ADM = amplitude de movimento; EVA = escala visual analógica; AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*.

* indica $p < 0,005$.

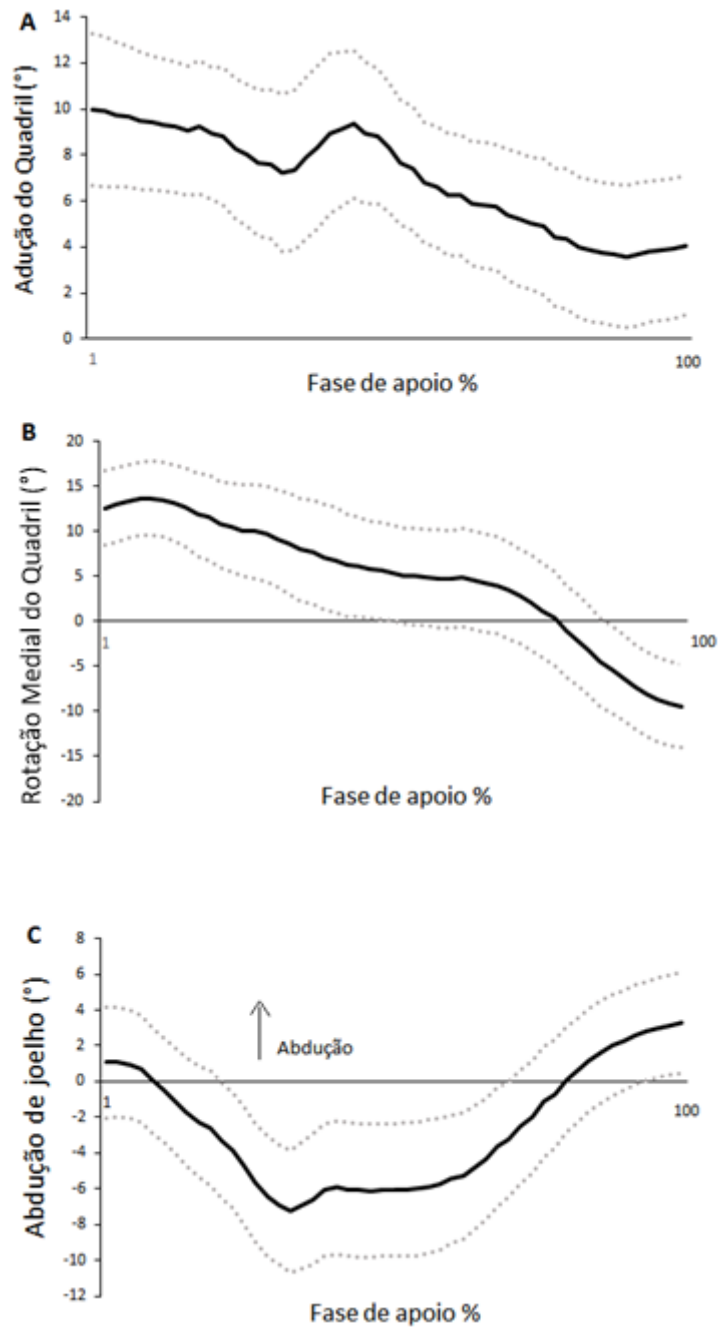


Figura 5 - Curva média normalizada pelo tempo para os ângulos articulares durante a fase de apoio da corrida: **A)** adução do quadril, onde a adução é positiva, **B)** rotação medial do quadril, onde a rotação medial é positiva, e **C)** abdução do joelho, onde a abdução é positiva. As linhas tracejadas representam o desvio padrão acima e abaixo da curva.

4.5. Discussão

Este é o primeiro estudo a avaliar a relação entre a cinemática do quadril e joelho e as características da carga de treinamento com a intensidade de dor e a função física em corredores com DPF. Ao contrário do que hipotetizamos, nossos achados demonstraram que maiores picos e amplitudes de movimento de adução do quadril, rotação medial do quadril e abdução do joelho durante a corrida não se correlacionaram com maior intensidade de dor e menor função física em corredores com DPF. Além disso, essas associações não foram diferentes para homens e mulheres. Nossa hipótese foi parcialmente sustentada em relação às características da carga de treinamento, em que maior distância semanal foi associada a maior intensidade de dor em mulheres com DPF. No entanto, não houve associação entre ritmo de corrida com dor e função física.

Contrariamente aos nossos achados, Nakagawa e colaboradores encontraram que quanto maior o pico de adução do quadril, o pico de rotação medial do quadril e o pico de abdução do joelho durante a descida de um degrau maiores foram os níveis de dor e menor a função física auto relatada em homens e mulheres com DPF (NAKAGAWA et al., 2013). Também é interessante notar que, em nosso estudo, embora as mulheres apresentaram maior pico e ADM de adução do quadril do que os homens, essas variáveis cinemáticas não foram associadas à intensidade da dor e à função física nessa população. Assim, é possível que outros fatores além dos biomecânicos possam estar relacionados à intensidade da dor e função em corredores com DPF. Uma possível explicação para as diferenças encontradas entre os nossos resultados e os de Nakagawa e colaboradores é que esses autores avaliaram uma população não necessariamente de atletas (NAKAGAWA et al., 2013). De acordo com uma revisão sistemática com meta-análise (TESARZ et al., 2012), atletas possuíram uma tolerância à dor consistentemente mais alta do que os controles normalmente ativos. Na verdade, a pior dor na última semana relatada pelos corredores de nosso estudo foi ligeiramente menor do que a dor usual durante a última semana relatada no estudo de Nakagawa e colaboradores (NAKAGAWA et al., 2013). Assim, considerando isso, os corredores podem ter uma maior tolerância à dor e, portanto, a pior dor relatada por eles pode não ter atingido níveis altos o suficiente para se correlacionar com a cinemática alterada.

Embora a cinemática dos membros inferiores não tenha sido associada à dor e função, a distância semanal percorrida se correlacionou positivamente com a intensidade da dor em mulheres com DPF. A distância semanal explicou 20% da variância da dor em corredoras com

DPF. Este é um achado importante, uma vez que a DPF foi previamente relacionada à distância excessiva de corrida (NIELSEN et al., 2013; NIELSEN et al., 2014). Além disso, descobriu-se que um maior volume de corrida está associado à hiperalgesia local e remota em corredoras com DPF (PAZZINATTO et al., 2017). Reforçando nossos achados e sendo capaz de expandir para outras tarefas, Briani e colaboradores também demonstraram que mulheres com DPF que mantêm altos níveis de atividade física apresentam níveis mais elevados de dor (BRIANI et al., 2017).

Além disso, recentemente, Esculier e colaboradores descobriram que a adição de exercícios e retreinamento de corrida não resultou em benefícios adicionais em relação à dor e função em comparação com a educação sozinha (gerenciamento de sintomas e modificações no treinamento) (ESCULIER et al., 2018). Neste estudo, os corredores foram orientados a, além de diminuir o ritmo de corrida, evitar subidas e descidas, aumentar a frequência semanal de treinamento e diminuir a duração de cada sessão. Foi hipotetizado que essas condutas permitiram que as cargas da articulação patelofemoral se mantivessem dentro do envelope de função proposto por Dye, resultando em melhora dos sintomas (DYE, 2005). Em nosso estudo, as mulheres correram em média 20 km/semana com uma frequência de aproximadamente 3 vezes por semana (aproximadamente 6,5 km/sessão). Considerando que o envelope de função está diminuído em pacientes com DPF (DYE, 2005), é provável que a distância semanal percorrida pelas mulheres estaria produzindo cargas na articulação patelofemoral fora do envelope de função (na zona de sobrecarga suprafisiológica). Assim, a relação entre a distância percorrida semanalmente e a intensidade da dor pode ter implicações importantes para o tratamento da DPF. O manejo adequado das cargas de treinamento com foco na diminuição da duração de cada sessão pode contribuir para a restauração da homeostase do tecido (DYE, 2005) e, portanto, para a melhora dos sintomas.

Embora o aumento do ritmo de corrida esteja relacionado ao aumento da carga articular absoluta e da força muscular, nosso estudo não encontrou relação entre essa variável com a dor e a função em corredores com DPF. No entanto, alguns estudos não encontraram nenhuma diferença significativa entre o ritmo de corrida de corredores com DPF e corredores assintomáticos (DUFFEY et al., 2000; FOX et al., 2018). Além disso, um estudo teórico de Nielsen e colaboradores foi proposto, com base em achados epidemiológicos e biomecânicos, que as estruturas na parte posterior da perna e debaixo do pé são mais vulneráveis a lesões em comparação com as estruturas na parte anterior do joelho quando o ritmo de corrida é aumentado (NIELSEN et al., 2013). Apoiando essa teoria, Petersen e colaboradores observaram

que o aumento do ritmo de corrida estava associado a um maior aumento na carga dos flexores plantares da articulação do tornozelo, em comparação com os extensores da articulação do joelho (PETERSEN et al., 2014). Assim, o aumento do ritmo de corrida parece estar mais relacionado a lesões nas pernas e pés do que lesões nos joelhos, como a DPF.

Este estudo possui algumas limitações metodológicas. Primeiro, incluímos apenas corredores que tinham um padrão de aterrissagem com o retropé. Portanto, nossos resultados não podem ser expandidos para corredores que aterrissam com o médio e antepé. Além disso, embora tenhamos controlado o tipo de calçado durante os testes a fim de reduzir a variabilidade, que pode ser causada por diferentes condições do calçado (FOX et al., 2018; WILLSON et al., 2012), pode ser que esta padronização do calçado tenha influenciado a cinemática dos membros inferiores durante a corrida. Por fim, de acordo com o cálculo amostral realizado, o número total de participantes analisados atingiu adequadamente o poder deste estudo. Porém, para cada grupo analisado separadamente, esse poder não foi alcançado.

Enquanto o resultado deste estudo contribui para um melhor entendimento dos fatores que estão associados ou não ao agravamento da dor e a menor função física, outros fatores que não foram avaliados neste estudo como a cinemática do pé e tornozelo, o controle neuromuscular, a força muscular, a integridade da cartilagem e os fatores psicológicos, sociais e comportamentais também podem estar contribuindo para o agravamento dos sintomas nessa população. Portanto, estudos futuros são necessários para analisar a influência e associação de todos os fatores de risco intrínsecos e extrínsecos (interligados entre si) com a intensidade da dor e menor função física de corredores com DPF com o objetivo de um tratamento mais específico e estratégias de prevenção mais precisas para esta disfunção.

4.6. Conclusão

Corredores com DPF não apresentaram associação entre as variáveis cinemáticas (adução do quadril, rotação medial do quadril e abdução do joelho) com a intensidade da dor e com a função física. Além disso, essas associações não foram diferentes para homens e mulheres. Maior distância de corrida semanal foi associada a maior intensidade de dor em corredoras com DPF e a distância semanal explicou 20% da variância da dor. Por fim, os clínicos não devem apenas avaliar e tratar os fatores biomecânicos de corredoras com DPF, mas também estar atento as cargas de treinamento, especialmente com o aumento da distância semanal que está relacionado ao aumento da dor nessa população.

5. ESTUDO II

A cinemática alterada em corredores com dor patelofemoral é específica ao sexo?

Bruna Calazans Luz, Ana Flávia dos Santos, Fábio Viadanna Serrão

Este artigo foi submetido ao periódico *Journal of Biomechanics* (Anexo II).

5.1. Resumo

Introdução: A cinemática alterada tem sido frequentemente observada em corredores com dor patelofemoral (DPF). No entanto, poucos estudos objetivaram compreender a influência do sexo na cinemática dessa população.

Objetivo: Investigar se as alterações na cinemática do quadril e joelho em corredores com DPF são específicas ao sexo.

Métodos: Oitenta e quatro corredores foram divididos em 4 grupos: 42 corredores com DPF (20 mulheres, 22 homens) e 42 corredores controles (sem DPF) (21 mulheres, 21 homens). A análise tridimensional do quadril no plano frontal e transversal e do joelho no plano frontal foi analisada durante a corrida em esteira ergométrica na velocidade de corrida auto selecionada.

Resultados: Mulheres com DPF correram com um pico de adução de quadril significativamente maior em comparação com homens com DPF [$p=0,002$; TE (tamanho do efeito) = 0,58] e homens controles ($p=0,008$; TE=0,54) e maior amplitude de movimento (ADM) de adução de quadril do que homens com DPF ($p=0,01$; TE= 0,49). Não foram identificadas diferenças significativas entre mulheres com DPF e mulheres controles para adução do quadril, rotação medial do quadril e abdução do joelho. As mulheres controles correram com um pico de adução do quadril significativamente maior do que os homens com DPF ($p <0,01$; TE= 0,58) e homens controles ($p <0,01$; TE= 0,55); maior ADM de adução de quadril do que homens com DPF ($p=0,001$; TE= 0,52) e homens controles ($p=0,04$; TE= 0,36); e maior pico de abdução do joelho do que homens com DPF ($p=0,02$; TE= 0,44) e homens controles ($p=0,01$; TE= 0,4). Não houve diferença na rotação medial do quadril entre os grupos.

Conclusão: As mulheres apresentam maior adução de quadril do que os homens, independentemente da presença da DPF. Não houve diferença cinemática entre mulheres com DPF e mulheres controles. A cinemática alterada do quadril e joelho não parece ser específica ao sexo em corredores com DPF.

Palavras-chave: joelho; quadril; corrida; reabilitação; mulheres; homens.

5.2. Introdução

A DPF é a lesão mais frequente relacionada à corrida (LOPES et al., 2012) e é caracterizada por uma dor localizada ao redor ou atrás da patela (CROSSLEY et al., 2016), com piora dos sintomas durante atividades que incorrem em altas cargas na articulação patelofemoral, como a corrida (LENHART et al., 2014). A etiologia da DPF é considerada multifatorial e, entre esses fatores, um aumento na adução do quadril, rotação medial do quadril e na abdução do joelho têm relacionados ao desenvolvimento e persistência da mesma (NEAL et al., 2016) por aumentar ou alterar a sobrecarga/estresse lateral da articulação patelofemoral (BRECHTER; POWERS, 2002).

Apesar desses fatores terem sido amplamente estudados em várias populações com DPF e durante atividades específicas, incluindo corrida, os estudos que compararam a cinemática do quadril e joelho entre corredores com e sem DPF apresentam resultados divergentes. Enquanto estudos que avaliaram corredores de ambos os sexos com DPF em um mesmo grupo encontraram maior pico de adução do quadril (FOX et al., 2018; NEAL et al., 2019), maior ADM de rotação medial do quadril (FOX et al., 2018) e maior ADM de abdução do joelho (FOX et al., 2018) em comparação com corredores sem DPF, outros estudos demonstraram que o pico de adução e rotação medial do quadril naqueles com DPF é menor do que (DIERKS et al., 2011) ou não diferente dos (ESCULIER; ROY; BOUYER, 2015) corredores sem DPF. O número de participantes de cada sexo nesses estudos pode fornecer uma explicação para esses achados divergentes. Enquanto Neal e colaboradores (NEAL et al., 2019) incluíram o mesmo número de mulheres e homens, Dierks e colaboradores (DIERKS et al., 2011) e Esculier e colaboradores (ESCULIER; ROY; BOUYER, 2015) incluíram um número muito maior de mulheres do que homens em suas amostras, Fox e colaboradores (FOX et al., 2018), por sua vez, incluíram um número ligeiramente maior de mulheres do que de homens. Portanto, essas variáveis cinemáticas alteradas podem estar relacionadas ao sexo.

Sabe-se que a DPF é mais prevalente no sexo feminino (BOLING et al., 2010). Sendo assim, alguns estudos se concentraram nesta população para analisar as diferenças cinemáticas entre corredoras com e sem DPF. Entretanto, os resultados ainda também são divergentes. Alguns estudos encontraram maior adução do quadril (NOEHREN et al., 2012a; WILLSON; DAVIS, 2008) e maior rotação medial do quadril em corredoras com DPF (NOEHREN et al., 2012a; SOUZA; POWERS, 2009a), enquanto outros encontraram menor rotação medial do quadril naquelas com DPF (WILLSON; DAVIS, 2008) e nenhuma diferença significativa na

adução do quadril (SOUZA; POWERS, 2009a). No entanto, dois desses estudos (WILLSON; DAVIS, 2008; SOUZA; POWERS, 2009a) não focaram em corredoras habituais que relataram sofrer de DPF especificamente durante a corrida e isso pode ter causado diferença nos resultados.

Apesar de todos esses estudos terem contribuído para a compreensão da cinemática dos membros inferiores de corredores com DPF, poucos estudos objetivaram compreender a influência do sexo na cinemática alterada desses corredores. Willy e colaboradores compararam a mecânica dos membros inferiores de homens com DPF com mulheres com DPF durante a corrida e observaram que as mulheres correram com maior pico de adução do quadril e menor pico de adução do joelho do que homens (WILLY et al., 2012a). Além disso, apenas um estudo comparou mulheres e homens com e sem DPF em grupos separados e encontrou que mulheres com DPF correram com maior ângulo de adução do quadril em comparação com mulheres sem DPF e com uma tendência de ter um ângulo de adução do quadril significativamente maior em comparação com homens com e sem DPF (NEAL et al., 2019). Embora neste estudo os participantes tenham sido avaliados em sua velocidade auto selecionada, essa variável (velocidade de corrida) não foi considerada durante a análise dos dados e pode ter influenciado os resultados.

Portanto, um melhor entendimento da influência do sexo na cinemática de corredores com DPF poderia ajudar na especificidade do tratamento baseado no sexo. Assim, o objetivo do estudo é investigar se as alterações na cinemática do quadril e joelho em corredores com DPF são específicas ao sexo. Nossa hipótese é que a cinemática será diferente entre mulheres e homens com e sem DPF e que mulheres com DPF irão apresentar maior adução do quadril, rotação medial do quadril e abdução do joelho.

5.3. Métodos

5.3.1. Amostra

Os participantes foram recrutados por meio de anúncios na Universidade Federal de São Carlos, clubes de corrida da cidade, eventos de corrida e também por postagens em mídias sociais (*Instagram e Facebook*) (Figura 1). Todos os participantes forneceram consentimento informado por escrito antes da participação, conforme aprovado pelo Comitê de Ética em

Investigações em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (Número do Parecer: 3.089.896; CAAE: 03881118.6.0000.5504).

ufscar

DOR NO JOELHO NA CORRIDA?

PPGFT
programa de pós-graduação
em Fisioterapia - UFSCar

PARTICIPE DE UMA AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA!

Requisitos:

- Idade entre **18 – 35 anos**
- Praticar corrida há no mínimo 3 meses
- Correr no mínimo 15km na semana
- Nunca ter feito cirurgia ortopédica

AS AVALIAÇÕES SÃO GRATUITAS!

Procure pela pesquisadora Bruna:
WhatsApp: (16) 9 9387-8787 Telefone: 3306-6575 E-mail: brucalazansluz@gmail.com

Figura 1 – Anúncio de divulgação para recrutamento de participantes para a pesquisa.

Um cálculo a priori do tamanho da amostra para ANOVA de efeitos fixos de uma via foi conduzido usando dados de um estudo piloto para este estudo ($n= 8$ para cada grupo). Usando a variável com o maior desvio padrão, pico de abdução do joelho, foi revelado um tamanho mínimo de amostra de 19 participantes por grupo definido com base em um poder previsto de 90% e um alfa de 0,05 com um tamanho de efeito de 0,44.

Um total de 84 participantes foram recrutados para este estudo transversal e divididos em 4 grupos: 42 corredores com DPF (20 mulheres e 22 homens) e 42 corredores controles (sem DPF) (21 mulheres e 21 homens).

5.3.2. Critérios de elegibilidade

Todos os participantes foram incluídos de acordo com os seguintes critérios: idade entre 18 e 35 anos; correr um mínimo de 15 km por semana nos últimos 3 meses; ter experiência prévia com esteira ergométrica; e ter um padrão de aterrissagem com o retropé. Para serem incluídos no grupo de DPF, os participantes deveriam ter presença de dor peri ou retropatelar

durante a corrida e em pelo menos duas das seguintes atividades funcionais: subir ou descer escadas, ajoelhar, agachar, permanecer por longos períodos sentado, pular, durante a contração isométrica do quadríceps; apresentar o pior nível de dor no joelho na semana anterior de no mínimo 3cm na escala visual analógica de dor 0 – 10 cm (EVA) e auto relatar sintomas de DPF durante e/ou após o treinamento de corrida por pelo menos nos últimos três meses não relacionados a qualquer evento traumático. Os participantes não foram incluídos se relatassem: história prévia de cirurgia no joelho; dor ou lesão atual nas costas, quadril ou tornozelo; instabilidade patelar; sinais ou sintomas de envolvimento meniscal ou ligamentar do joelho; ou qualquer condição neurológica que afetaria o movimento.

5.3.3. Procedimentos clínicos

Depois de confirmar o diagnóstico de DPF por um fisioterapeuta clínico licenciado com base em critérios diagnósticos apresentados anteriormente, os corredores do grupo DPF responderam ao *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) (Anexo III), validado para a população brasileira, para caracterizar o nível de função física (KUJALA et al., 1993). As avaliações foram realizadas em uma única sessão. O membro inferior sintomático foi avaliado para corredores com DPF. Nos casos de sintomas bilaterais, o membro inferior mais afetado (maior dor auto relatada) foi escolhido para análise (NAKAGAWA et al., 2012). Para os corredores controles, o membro inferior dominante foi avaliado com base na pergunta sobre qual perna eles usariam para chutar uma bola o mais longe possível (WILLY; SCHOLZ; DAVIS, 2012b). Um tênis de corrida neutro (Asics Gel-Equation 5, ASICS, Kobe, Japão) foi fornecido para todos os participantes, a fim de reduzir a variabilidade do calçado (Figura 2).



Figura 2 – Modelo do calçado utilizado pelos participantes.

5.3.4. Procedimentos experimentais

Os dados cinemáticos foram coletados usando um sistema de análise de movimento tridimensional de 7 câmeras (*Qualisys Motion-Capture System, Qualisys Medical-AB*, Suécia) a 240 Hz. Marcadores refletivos anatômicos e de rastreamento foram colocados em cada participante como descrito em um estudo prévio (LUZ; DOS SANTOS; SERRÃO, 2020). Uma análise estática com o participante em posição neutra foi realizada para obter o sistema de coordenadas global (laboratório) e determinar a referência para a análise cinemática subsequente.

Todos os participantes aqueceram em esteira ergométrica a uma velocidade constante de 4,5 km/h por cinco minutos. Posteriormente, a velocidade de corrida auto selecionada foi determinada de acordo com o relato de conforto de cada participante. Essa velocidade poderia ser ajustada, caso solicitado pelo sujeito, durante um período de cinco minutos. Após estabelecida a velocidade de corrida, o participante corria por aproximadamente dois minutos e eram registrados pelo menos 30 passadas consecutivas do membro inferior avaliado.

5.3.5. Redução dos dados

A média de 10 passadas consecutivas foi analisada para obtenção das variáveis cinemáticas. O *software Visual 3D (C-Motion Inc., Rockville, EUA)* foi usado para calcular o sistema de coordenadas articulares anatômicas e a trajetória do marcador filtrada (4ª ordem, *zero-lag*, passa-baixa *Butterworth* a 12 Hz). Os ângulos de Cardan foram calculados em relação a medida estática em pé usando as definições do sistema de coordenadas da articulação recomendadas pela Sociedade Internacional de Biomecânica (GROOD; SUNTAY, 1983; WU et al., 2002). O centro da articulação do joelho foi definido como o ponto médio entre os marcadores de referência posicionados no epicôndilo femoral medial e lateral e o centro da articulação do quadril foi estimado como um quarto da distância do trocânter maior ipsilateral ao contralateral (FERBER; DAVIS; WILLIAMS, 2003; MILNER; HAMILL; DAVIS, 2007; WILLSON; DAVIS, 2008).

O contato inicial foi identificado como o ponto no tempo em que o marcador do calcâneo mudou de velocidade positiva para negativa na direção ântero-posterior (ZENI; RICHARDS; HIGGINSON, 2008) e a retirada do pé da esteira foi determinada pelo segundo pico de extensão do joelho (FELLIN et al., 2010). A fase de apoio foi considerada como o período entre o contato

inicial com o solo até a retirada do pé. Além disso, a fase de apoio foi dividida em duas subfases: (a) desaceleração, definida como o período entre o contato inicial até o pico de flexão do joelho; (b) aceleração, definida como o período entre o pico de flexão do joelho até a retirada do pé.

As variáveis cinemáticas foram determinadas usando o programa *Matlab* (*Mathworks, Natick, MA*), sendo elas picos e amplitudes de movimento (ADM) de: adução do quadril, rotação medial do quadril e abdução do joelho. Todas as variáveis foram analisadas durante a fase de apoio e nas subfases de apoio (desaceleração e aceleração).

5.4. Análise Estatística

Todos os testes estatísticos foram realizados com o *software SPSS* (versão 25, IBM, EUA). Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram usados para analisar os dados em relação à sua distribuição estatística e homogeneidade de variância, respectivamente. A análise de covariância (ANCOVA), com a velocidade de corrida como uma covariável, foi usada para testar as diferenças nas variáveis cinemáticas entre os quatro grupos na fase de apoio total e em cada subfase. No caso de um efeito principal significativo, a análise post hoc usando o teste de Bonferroni foi realizada para comparar os grupos usando $p < 0,05$ para o nível de significância. Também calculamos as diferenças médias, intervalo de confiança 95% e tamanhos de efeito de todas as diferenças identificadas entre os grupos. O tamanho de efeito foi calculado usando o d de Cohen e interpretado como 0 a 0,40 efeito pequeno; 0,41 a 0,70 efeito moderado; 0,71 ou maior efeito grande (COHEN, 1988).

5.5. Resultados

A curva média normalizada da cinemática do quadril e joelho durante a fase de apoio da corrida para todos os grupos é apresentada na Figura 3.

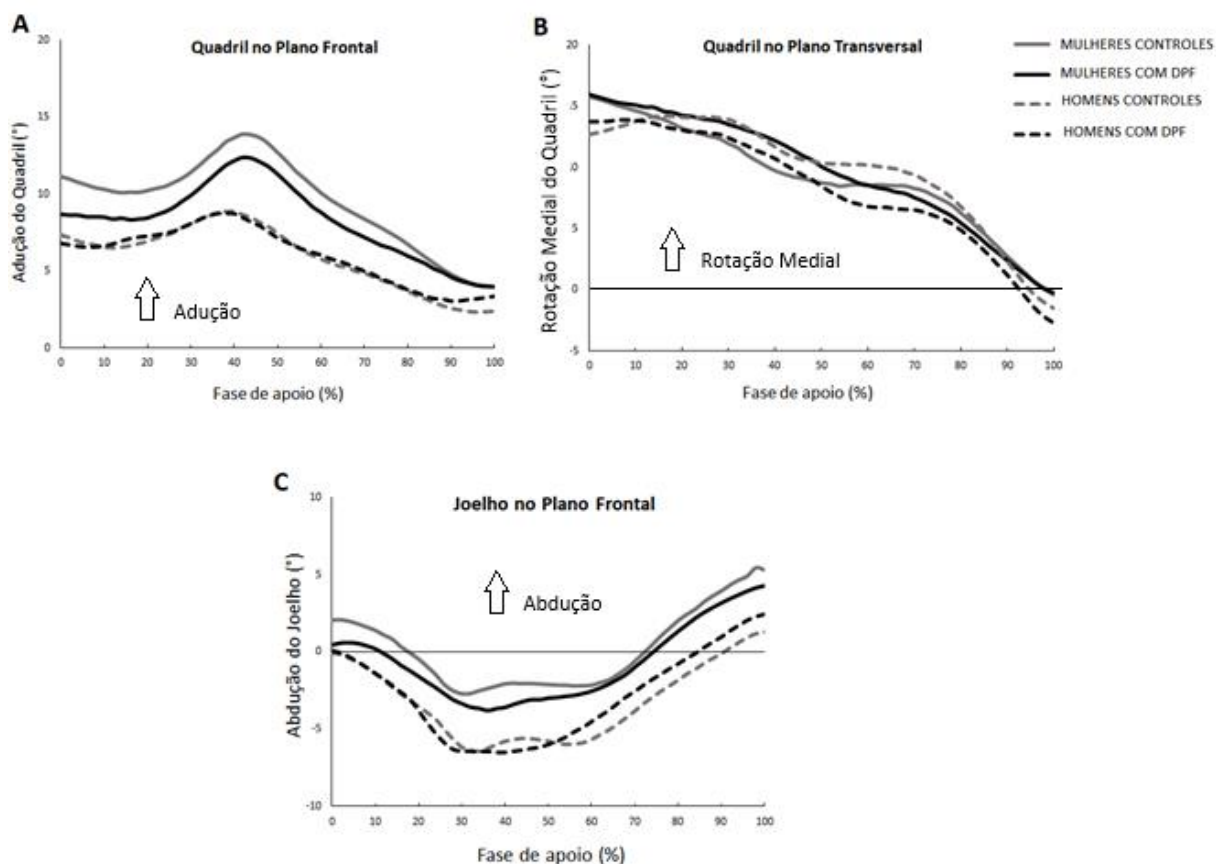


Figura 3 – Curva média normalizada da cinemática do **A)** quadril no plano frontal; **B)** quadril no plano transversal; e **C)** joelho no plano frontal, durante a fase total de apoio da corrida.

5.5.1. Características dos participantes

Os resultados da comparação entre os grupos para dados demográficos dos participantes, características da corrida, nível de dor e a pontuação da capacidade funcional auto relatada estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos participantes.

	Mulheres DPF (n= 20)	Homens DPF (n= 22)	Mulheres Controles (n= 21)	Homens Controles (n= 21)
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	27.4 (3.4)	28.3 (4.5)	27 (6.1)	28.5 (4.8)
Altura (m)	1.66 (0.04)	1.77 (0.08) ^a	1.63 (0.09)	1.7 (0.07) ^a
Massa Corporal (Kg)	61 (7.3)	80 (11.4) ^a	60.5 (10.5)	79.2 (11.5) ^a
IMC(Kg/m ²)	22.1 (2.3)	25.3 (2.5) ^a	22.4 (2.5)	24.5 (2.6) ^a
Distância semanal (Km)	20.05 (8.4)	22.5 (5.8)	27.8 (12.6)	39.7 (20.8) ^b
Experiência de corrida (anos)	1.6 (1.7)	2.5 (2.3)	4.1 (5)	4.7 (3.2) ^c
Velocidade (Km/h)	8 (0.8)	9.6 (1.3) ^d	9 (0.9)	10 (1.5) ^d
Duração dos sintomas (meses)	14.5 (17.6)	14.3 (15.9)	-	-
AKPS pontuação	79.3 (9)	78.4 (8)	-	-
EVA	4.8 (1.5)	4.4 (1.2)	-	-

IMC = índice de massa corporal; AKPS = *Anterior Knee Pain Scale*; EVA = escala visual analógica.

^a Homens DPF e homens controles significativamente diferentes de mulheres DPF e mulheres controles (p <0,01).

^b Homens controles significativamente diferentes de mulheres e homens com DPF e de mulheres controles (p <0,05).

^c Homens controles significativamente diferentes de mulheres DPF (p <0,05).

^d Homens DPF e homens controles significativamente diferentes de mulheres DPF (p <0,01).

5.5.2. Análise Cinemática

Fase de apoio Total

Mulheres com DPF apresentaram pico de adução do quadril significativamente maior do que homens com DPF (diferença média [DM]= 4,4 °; intervalo de confiança de 95% [IC]= 1,2-7,6 °; p= 0,002; tamanho de efeito [TE]= 0,58) e do que homens controles (DM= 4,1°; IC 95%=0,8-7,5°; p= 0,008; TE= 0,54), mas não houve diferença quando comparadas com as mulheres controles (Tabela 2). Mulheres controles correram com um pico de adução do quadril significativamente maior do que os homens com DPF (DM= 5,4°; IC 95%= 2,5-8,3°; p= 0,000; TE= 0,58) e homens controles (DM= 5,2°; IC 95%= 2,1-8,2°; p= 0,000; TE= 0,55). Além disso, as mulheres controles também apresentaram um pico de abdução do joelho significativamente maior do que os homens com DPF (DM= 3,3°; IC 95%= 0,3-6,3°; p= 0,02; TE= 0,44) e homens controles (DM= 3,6°; IC 95%= 0,5-6,8°; p= 0,01; TE= 0,4). Nenhuma diferença significativa foi detectada no pico de rotação medial do quadril entre os grupos. Em relação à ADM, as

mulheres com DPF apresentaram adução do quadril significativamente maior do que os homens com DPF (DM= 3,4°; IC 95%= 0,3-6,4°; p= 0,01; TE= 0,49), mas não houve diferença significativa entre os grupos controles de homens e mulheres. Mulheres do grupo controle também correram com ADM de adução do quadril maior do que a dos homens com DPF (DM= 4°; IC 95%= 1,2-6,7°; p= 0,001; TE= 0,52) e dos homens controles (DM= 2,9°; IC 95%= 0,04-5,7° p = 0,04; TE= 0,36). Não houve diferença entre os grupos para ADM de rotação medial de quadril e abdução de joelho (Tabela 2).

Tabela 2. Média (DP) das variáveis cinemáticas de mulheres e homens com DPF e controles durante a fase de apoio total da corrida.

	Mulheres DPF (n= 20)	Homens DPF (n= 22)	Mulheres Controles (n= 21)	Homens Controles (n= 21)
PICO TOTAL				
Adução do quadril(°)	13,75 (3,4) ^a	9,3 (2,7)	14,76 (4,4) ^c	9,55 (3,1)
Rotação medial do quadril(°)	18,5 (4,3)	15,68 (4,7)	16,9 (5,1)	15,16 (3,6)
Abdução do joelho(°)	4,52 (2,5)	2,39 (3,0)	5,74 (3,7) ^c	2,05 (4,5)
ADM TOTAL				
Adução do quadril(°)	10,39 (3,6) ^b	6,95 (2,2)	10,97 (4,0) ^c	8,06 (3,4)
Rotação medial do quadril(°)	18,62 (4,1)	18,67 (4,8)	17,46 (5,4)	16,95 (5,2)
Abdução do joelho(°)	10,13 (2,5)	9,96 (3,5)	9,9 (3,5)	9,31 (2,7)

ADM= amplitude de movimento.

^a Mulheres DPF significativamente maior do que homens DPF e homens controles (p <0,05).

^b Mulheres DPF significativamente maior do que homens DPF (p <0,05).

^c Mulheres controles significativamente maior do que homens DPF e homens controles (p <0,05).

Sub fase de apoio - Desaceleração

Mulheres com DPF apresentaram pico de adução do quadril significativamente maior do que homens com DPF (DM= 4,3°; IC 95%= 1,1-7,5°; p= 0,003; TE= 0,56) e homens controles (DM= 4,2°; IC 95%= 0,8-7,6°; p= 0,007; TE= 0,54) e também apresentaram maior ADM de adução do quadril do que homens com DPF (DM= 2,07°; IC 95%= 0,4-3,6°; p= 0,005; TE= 0,6) e homens controles (DM= 1,8°; IC 95%= 0,1-3,5°; p = 0,02; TE= 0,52). Não houve diferença significativa entre mulheres com DPF e mulheres controles para adução do quadril (pico e ADM). Mulheres controles apresentaram pico de adução do quadril significativamente

maior do que os homens com DPF (DM= 5,4°; IC 95%= 2,5-8,2°; p= 0,000; TE= 0,58) e do que homens controles (DM= 5,3°; IC 95%= 2,3-8,3°; p= 0,000; TE= 0,56) e também apresentaram ADM de adução do quadril significativamente maior do que os homens com DPF (DM= 1,6°; IC 95%= 0,16-3°; p= 0,02; TE= 0,38). Não foram detectadas diferenças na rotação medial do quadril e abdução do joelho (pico e ADM) entre os grupos (Tabela 3).

Tabela 3. Média (DP) das variáveis cinemáticas de mulheres e homens com DPF e controles durante a sub fase de desaceleração da corrida.

	Mulheres DPF (n= 20)	Homens DPF (n= 22)	Mulheres Controles (n= 21)	Homens Controles (n= 21)
PICO DESACELERAÇÃO				
Adução do quadril(°)	13,59 (3,4) ^a	9,27 (2,8)	14,67 (4,4) ^b	9,36 (3,0)
Rotação medial do quadril(°)	18,5 (4,3)	15,63 (4,7)	16,87 (5,1)	15 (3,6)
Abdução do joelho(°)	1,25 (3,4)	0,32 (2,8)	2,58 (4,3)	0,13 (4,2)
ADM DESACELERAÇÃO				
Adução do quadril (°)	5,86 (1,4) ^a	3,79 (1,2)	5,4 (2,4) ^c	3,98 (1,5)
Rotação medial do quadril(°)	7,3 (3,4)	6,55 (2,8)	8,18 (3,5)	5,67 (2,1)
Abdução do joelho(°)	6,77(2,4)	7,64(3,0)	6,58(2,5)	7,04(2,5)

ADM= amplitude de movimento.

^a Mulheres DPF significativamente maior do que homens DPF e homens controles (p <0,05).

^b Mulheres controles significativamente maior do que homens DPF e homens controles (p <0,05).

^c Mulheres controles significativamente maior do que homens DPF (p <0,05).

Sub fase de apoio - Aceleração

Mulheres com DPF apresentaram pico de adução do quadril significativamente maior do que homens com DPF (DM= 5,02°; IC 95%= 1,6-8,4°; p= 0,001; TE= 0,62) e homens controles (DM= 4,8°; IC 95%= 1,3-8,4°; p= 0,002; TE= 0,57). Mulheres controles apresentaram pico de adução do quadril significativamente maior do que os homens com DPF (DM= 5,8°; IC 95%= 2,8-8,9°; p= 0,000; TE= 0,59) e homens controles (DM= 5,7°; IC 95%= 2,5-8,9°; p= 0,000; TE= 0,56) e pico de abdução do joelho maior do que os homens com DPF (DM= 3,3°; IC 95%= 0,2-6,4°; p= 0,02; TE= 0,75) e homens controles (DM= 4,4°; IC 95%= 1,2-7,6°; p= 0,002; TE= 0,45). Além disso, mulheres com DPF correram com uma ADM de adução do

quadril significativamente maior do que homens com DPF (DM= 4,01°; IC 95%= 0,7-7,2°; p= 0,008; TE= 0,55) e mulheres controles também apresentaram ADM de adução do quadril significativamente maior em comparação com homens com DPF (DM= 4,2°; IC 95%= 1,3-7,2°; p= 0,001; TE= 0,53) e homens controles (DM= 3,5°; IC 95%= 0,5-6,6°; p= 0,01; TE= 0,39). Não houve diferença significativa entre mulheres com DPF e as mulheres controles para adução do quadril (pico e ADM). Não foram detectadas diferenças na rotação medial do quadril (pico e ADM) entre os grupos (Tabela 4).

Tabela 4. Média (DP) das variáveis cinemáticas de mulheres e homens com DPF e controles durante a sub fase de aceleração da corrida.

	Mulheres DPF (n= 20)	Homens DPF (n= 22)	Mulheres Controles (n= 21)	Homens Controles (n= 21)
PICO ACELERAÇÃO				
Adução do quadril(°)	13.22 (3.4) ^a	8.2 (2.86)	14.08(4.75) ^b	8.32(3.51)
Rotação medial do quadril(°)	12.74 (6.42)	10.33 (4.99)	10.8 (5.17)	11.44 (4.24)
Abdução do joelho(°)	4.85 (2.52)	-2.31 (3.01)	5.64 (3.9) ^b	1.18 (4.71)
ADM ACELERAÇÃO				
Adução do quadril (°)	9.79 (3.67) ^c	5.78 (2.25)	10.07 (4.18) ^b	6.5 (4.12)
Rotação medial do quadril(°)	12.92 (3.33)	13.19 (4.75)	11.26 (4.63)	13.04 (4.85)
Abdução do joelho(°)	8.94 (2.75)	9.01 (3.97)	8.68 (3.56)	7.61 (2.5)

ADM= amplitude de movimento

^aMulheres DPF significativamente maior do que homens DPF e homens controles (p <0,05).

^bMulheres controles significativamente maior do que homens DPF e homens controles (p <0,05).

^cMulheres DPF significativamente maior do que homens DPF (p <0,05).

5.6. Discussão

O objetivo deste estudo foi investigar se as alterações na cinemática do quadril e joelho em corredores com DPF são específicas ao sexo. Encontramos que as mulheres apresentaram maior adução do quadril (pico e ADM) do que homens com DPF e homens controles, porém não há diferença entre as mulheres com DPF e mulheres controles. Contrariamente à nossa hipótese, não encontramos diferenças na rotação medial do quadril entre os grupos e apenas as

mulheres controles apresentaram um pico de abdução de joelho significativamente maior em comparação aos homens com DPF e homens controles.

Nossos achados indicam que as mulheres apresentam maior adução do quadril do que os homens, independentemente da presença da DPF em todas as análises das fases da corrida (fase de apoio total, desaceleração e aceleração). Isso foi anteriormente demonstrado em parte por Willy e colaboradores, que demonstraram que mulheres com DPF tinham maior pico de adução do quadril do que homens com e sem DPF (WILLY et al., 2012a). No entanto, mulheres sem DPF não foram incluídas neste estudo. Concordando parcialmente com nossos achados, embora Neal e colaboradores não tenham encontrado diferença estatisticamente significativa na adução do quadril entre mulheres com DPF e homens com e sem DPF, uma tendência estatística foi observada para mulheres com DPF de ter maior adução de quadril do que homens com e sem DPF (NEAL et al., 2019).

No entanto, em contraste com nossos achados, Neal e colaboradores também relataram que mulheres com DPF correram com um pico de adução do quadril significativamente maior em comparação com mulheres sem DPF (NEAL et al., 2019). Conforme apontado anteriormente, ao se analisar as possíveis razões para os resultados contraditórios entre Neal e colaboradores (NEAL et al., 2019) e o presente estudo, emergiram duas diferenças importantes. Primeiramente, considerando a influência que a velocidade da corrida tem na cinemática articular (BRUGHELLI et al., 2011), a análise cinemática no estudo de Neal e colaboradores foi realizada com participantes correndo em sua velocidade auto selecionada (NEAL et al., 2019), mas possíveis diferenças nesta variável (velocidade da corrida) entre os grupos não foram consideradas na análise dos dados. A segunda razão é a duração dos sintomas da DPF. Fox e colaboradores descobriram que corredores com DPF crônica demonstraram maior pico de adução do quadril em comparação com corredores com DPF aguda (FOX et al., 2018). No estudo realizado por Neal e colaboradores, as mulheres com DPF apresentaram duração dos sintomas muito mais longa do que as mulheres com DPF apresentadas no presente estudo (NEAL et al., 2019). Entretanto, não existem estudos que demonstrem que a adução do quadril em mulheres pode aumentar com o aumento da duração dos sintomas. Portanto, estudos futuros são encorajados a investigar essa relação entre a influência da duração da dor com a cinemática da adução do quadril em corredoras com DPF, podendo contribuir para uma melhor estratégia de tratamento nesta população.

A rotação medial excessiva do quadril pode aumentar a carga na articulação patelofemoral. Liao e colaboradores relataram um aumento significativo na pressão hidrostática média e na tensão de cisalhamento média na articulação patelofemoral quando o fêmur foi rodado medialmente em 5 e 10 graus (LIAO et al., 2015). Em nosso estudo, não foram encontradas diferenças entre os grupos para rotação medial do quadril (pico e ADM). Esse resultado está de acordo com Neal e colaboradores, que também compararam mulheres e homens com e sem DPF (NEAL et al., 2019). No entanto, estudos anteriores comparando a rotação medial do quadril durante a corrida entre mulheres com e sem DPF (WILLSON; DAVIS, 2008; SOUZA; POWERS, 2009; NOEHREN et al., 2012a; ESCULIER; ROY; BOUYER, 2015) e entre corredores de ambos os sexos com e sem DPF (DIERKS et al., 2008) são divergentes na literatura. A inconsistência nesses resultados pode estar relacionada a uma variedade de fatores metodológicos, como em relação a velocidade da corrida, que em alguns estudos os participantes foram avaliados em uma velocidade pré-estabelecida para todos e em outros a avaliação da cinemática da corrida foi realizada com os participantes podendo escolher a velocidade (auto selecionada); e em relação ao método utilizado para obter o centro articular do quadril, que possui uma maior probabilidade de erro associado às medidas no plano transversal. Além disso, estudos que encontraram melhora significativa na dor e na função física de corredoras com DPF após o retreinamento da corrida não encontraram diferença significativa na rotação medial do quadril (NOEHREN; SCHOLZ; DAVIS, 2011; WILLY; SCHOLZ; DAVIS, 2012b; WILLY; DAVIS, 2013). Assim, de acordo com nossos achados, o aumento da rotação medial do quadril também não parece ser específico ao sexo em corredores com DPF.

Em relação a abdução do joelho, mulheres controles apresentaram maior pico de abdução do joelho em comparação aos homens com DPF e homens controles durante a fase de apoio total e na sub fase de aceleração. No entanto, não houve diferença entre mulheres com DPF e mulheres controles. Embora as mulheres com DPF tenham apresentado maiores ângulos de abdução do joelho do que os homens com DPF e homens controles, essa diferença não foi suficiente para ser estatisticamente significativa. A hipótese de não haver diferença entre mulheres com DPF e mulheres controles, assim como a adução do quadril, também pode estar relacionada à influência da duração dos sintomas na abdução do joelho, uma vez que é possível que um aumento na adução do quadril contribua para um aumento na abdução do joelho na fase de apoio (FERBER; DAVIS; WILLIAMS, 2003). No entanto, seja essa relação verdadeira ou não, mais estudos são necessários.

Nós reconhecemos que o presente estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, devido ao desenho transversal deste estudo, embora tenhamos sido capazes de detectar diferenças entre mulheres, homens, com e sem DPF, não pudemos definir a causa e a consequência das alterações cinemáticas. Além disso, avaliamos corredores com uma duração média de 14 meses de sintomas e pode ser que um período maior de duração desses sintomas possa alterar a cinemática do quadril e joelho desses corredores com DPF. Portanto, pesquisas futuras são necessárias para entender se a cinemática do quadril e joelho de corredores com DPF pode mudar com o aumento da duração dos sintomas e se essa relação é diferente entre os sexos.

5.7. Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que as mulheres apresentam maior adução do quadril (pico e ADM) do que os homens, independentemente da presença de DPF em todas as fases de apoio da corrida. Não houve diferença entre mulheres com DPF e mulheres controles para esta variável. Assim, embora as mulheres tenham maior adução do quadril durante a corrida, esse aumento não é específico ao sexo em corredores com DPF. Além disso, mulheres e homens com DPF e controles não apresentaram diferença na rotação medial do quadril durante a corrida. Por último, mulheres controles correm com maior abdução do joelho do que homens com DPF e homens controles. No entanto, nenhuma diferença entre os demais outros grupos foi apresentada para essa variável. Assim, o aumento da abdução do joelho, bem como da rotação medial do quadril, também não é específico ao sexo em corredores com DPF.

6. CONCLUSÃO GERAL DA TESE

Apesar de não termos encontrado associação entre a cinemática de quadril e joelho com a intensidade da dor e estado funcional em corredores com DPF, identificamos que corredoras com DPF com maiores volumes semanais de corrida apresentam maior intensidade da dor. Além disso, as alterações cinemáticas de joelho e quadril de corredores com DPF não são específicas ao sexo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados dos estudos originais apresentados nesta tese, pudemos contribuir com o melhor entendimento da relação entre a carga de treinamento e a intensidade da dor em corredores com DPF. Visto que essa desordem musculoesquelética é bastante comum nessa população, nossos resultados podem ajudar em um melhor direcionamento do tratamento, com a inclusão de possíveis mudanças na carga de treinamento desses corredores.

Além disso, embora identificamos que as mulheres correm com maior adução de quadril do que os homens, o que já tem sido bastante relatado na literatura, apresentamos evidências de que as alterações da cinemática de quadril e joelho de corredores com DPF não são necessariamente específicas ao sexo. Sendo assim, propor um tratamento específico para o sexo para esses corredores, focado apenas na alteração da cinemática do joelho e do quadril, não parece ser ideal para essa população.

Os resultados e as limitações dos nossos estudos poderão contribuir com pesquisas futuras a longo prazo para verificar a interação dos fatores que compõe o modelo biopsicossocial e tentar descobrir possíveis outras alterações biomecânicas durante a corrida que sejam específicas ao sexo, visando um tratamento mais específico e eficaz.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROLL, B.; EDWARDS, A. Runner's knee: what is it and what helps? *British Journal of General Practice*, v. 49, n. 439, p. 92–93, fev. 1999.

BERTELSEN, M.L.; HULME, A.; PETERSEN, J.; BRUND, R.K.; SØRENSEN, H.; FINCH, C.F.; PARNER, E.T.; NIELSEN, R.O. A framework for the etiology of running-related injuries. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 27, n. 11, p. 1170-1180, nov. 2017.

BOLING M.; PADUA D.; MARSHALL S.; GUSKIEWICZ K.; PYNE S.; BEUTLER A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 20, n. 5, p. 725-730, 2010.

BRECHTER, J. H.; POWERS, C. M. Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 34, n. 10, p. 1582–1593, out. 2002.

BRIANI, R.V.; PAZZINATTO, M.F.; DE OLIVEIRA SILVA, D.; DE AZEVEDO F.M. Different pain responses to distinct levels of physical activity in women with patellofemoral pain. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 21, n. 2, p. 138-143, mar-abr. 2017.

BRUGHELLI, M.; CRONIN, J.; CHAOUACHI, A. Effects of running velocity on running kinetics and kinematics. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 25, n. 4, p. 933-939, abr. 2011.

CEYSSENS, L.; VANELDEREN, R.; BARTON, C.; MALLIARAS, P.; DINGENEN, B. Biomechanical Risk Factors Associated with Running-Related Injuries: A Systematic Review. *Sports Medicine*, v. 49, n. 7, p. 1095-1115, jul. 2019.

COHEN, J. *Statistical power analysis for behavioural sciences*. 2. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COLLINS N.J.; BIERMA-ZEINSTRAS S.M.; CROSSLEY K.M.; VAN LINSCHOTEN R.L.; VICENZINO B.; VAN MIDDELKOOP M. Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 47, n. 4, p. 227-233, 2013.

COOK, C.; MABRY, L.; REIMAN, M.P.; HEGEDUS, E.J. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Physiotherapy*, v. 98, n. 2, p. 93-100, jun. 2012.

CROSSLEY K.M. Is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain? *British Journal of Sports Medicine*, v. 48, n. 6, p. 409-410, 2014.

CROSSLEY, K.M.; STEFANIK J.J.; SELFE J.; COLLINS N.J.; DAVIS I.S.; POWERS C.M.; et al. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *British Journal of Sports Medicine*, v. 50, p. 839-843, 2016.

CULVENOR A.G.; OIESTAD B.E.; HOLM I.; GUNDERSON R.B; CROSSLEY K.M.; RISBERG M.A. Anterior knee pain following anterior cruciate ligament reconstruction does not increase the risk of patellofemoral osteoarthritis at 15- and 20-year follow-ups. *Osteoarthritis Cartilage*, v. 25, p. 30-33, 2017.

- DAMSTED C.; GLAD S.; NIELSEN R.O.; SORENSEN H.; MALISOUX L. Is there evidence for an association between changes in training load and running-related injuries: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 13, n. 6, p. 931-942, 2018.
- DAVIS, I. S.; POWERS, C. M. Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local factors, na international retreat, April 30-May 2, 2009, Fells Point, Baltimore, MD. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 3, p. A1-16, mar. 2010.
- DIERKS, T. A.; MANAL, K. T.; HAMILL, J.; DAVIS, I. S. Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 38, n. 8, p. 448–456, ago. 2008.
- DIERKS T.A.; MANAL K.T.; HAMILL J.; DAVIS I. Lower extremity kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 43, n. 4, p. 693–700, abr. 2011.
- DUFFEY M.J.; MARTIN D.F.; CANNON D.W.; CRAVEN T.; MESSIER S.P. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 32, n. 11, p. 1825-1832, 2000.
- DYE S.F. The knee as a biologic transmission with an envelope of function: a theory. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, v. 323, p. 10-18.
- DYE S.F. The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, v. 436, p. 100-110, 2005.
- ESCULIER J.F.; ROY J.S.; BOUYER L.J. Lower limb control and strength in runners with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait and Posture*, v. 41, n. 3, p. 813-819, mar-abr. 2015.
- ESCULIER J.F.; BOUYER L.J.; DUBOIS B.; FREMONT P.; MOORE L.; MCFADYEN B.; et al. Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine*, v. 52, n. 10, p. 659-666, 2018.
- FARROKHI S.; KEYAK J.H.; POWERS C.M. Individuals with patellofemoral pain exhibit greater patellofemoral joint stress: a finite element analysis study. *Osteoarthritis Cartilage*, v. 19, n. 3, p. 287-294, 2011.
- FELLIN, R. E.; ROSE, W. C.; ROYER, T. D.; DAVIS, I. S. Comparison of methods for kinematic identification of footstrike and toe-off during overground and treadmill running. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 13, n. 6, p. 646–650, nov. 2010.
- FERBER, R.; DAVIS, I.M.; WILLIAMS, D.S. Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clinical Biomechanics*, v. 18, n. 4, p. 350–357, 2003.
- FRANCIS P.; WHATMAN C.; SHEERIN K.; HUME P.; JOHNSON M.I. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 18, n. 1, p. 21-31, mar. 2019.
- FOX A.; FERBER R.; SAUNDERS N.; OSIS S.; BONACCI J. Gait kinematics in individuals with acute and chronic patellofemoral pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 50, n. 3, p. 502–509, mar. 2018.
- GROOD, E.S.; SUNTAY, W.J. A joint coordinate system for the clinical description of three-dimensional motions: application to the knee. *The Journal of Biomechanical Engineering*, v. 105, n. 2, p. 136–144, 1983.

HITCHINGS, R.; LATHAM A. How 'social' is recreational running? Findings from a qualitative study in London and implications for public health promotion. *Health Place*, v. 46, p. 337-343, dez. 2016.

HRELJAC A. Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, v. 16, n. 3, p. 651-667, ago. 2005.

HUBERTI, H. H.; HAYES, W. C. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, v. 66, p. 715-724, 1984.

HULME, A.; NIELSEN, R.O.; TIMPKA, T.; VERHAGEN, E.; FINCH, C. Risk and Protective Factors for Middle- and Long-Distance Running-Related Injury: A Systematic Review. *Sports Medicine*, v. 47, n. 5, p. 869-886, mai. 2016.

KANNUS P.; NATRI A.; PAAKKALA T.; JARVINEN M. An outcome study of chronic patellofemoral pain syndrome. Seven-year follow-up of patients in a randomized, controlled trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)*, v. 81, n. 3, p. 355-363, 1999.

KUJALA, U. M.; JAAKKOLA, L. H.; KOSKINEN, S. K.; TAIMELA, S.; HURME, M.; NELIMARKKA, O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy*, v. 9, n. 2, p. 159-163, 1993.

KLUITENBERG, B.; VAN MIDDELKOOP, M.; DIERCKS, R.; VAN DER WORP, H. 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, ago. 2015.

LACK S.; ANTHONY L.; NOAKE J.; BRENNAN K.; ZHANG B.; MORRISSEY D. Medial and lateral patellofemoral joint retinaculum thickness in people with patellofemoral pain: a case-control study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, v. 38, n. 6, p. 1483-1490, jun. 2019.

LANKHORST N.E.; BIERMA-ZEINSTRAS S.M.; VAN MIDDELKOOP M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 42, n. 2, p. 81-94, 2012.

LANKHORST N.E.; VAN MIDDELKOOP M.; CROSSLEY K.M.; BIERMA-ZEINSTRAS S.M.; OEI E.H.; VICENZINO B.; et al. Factors that predict a poor outcome 5-8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 50, n. 14, p. 881-886, 2016.

LEE D.C.; BRELLENTHIN A.G.; THOMPSON P.D.; SUI X.; LEE I.M.; LAVIE C.J. Running as a Key Lifestyle Medicine for Longevity. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v. 60, n. 1, p. 45-55, jun-jul. 2017.

LENHART, R. L.; THELEN, D. G.; WILLE, C. M.; CHUMANOV, E. S.; HEIDERSCHEIT, B. C. Increasing running step rate reduces patellofemoral joint forces. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 46, n. 3, p. 557-564, mar. 2014.

LIAO, T.C.; YANG, N.; HO, K.Y.; FARROKHI, S.; POWERS, C.M. Femur rotation increases patella cartilage stress in females with patellofemoral pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 47, n. 9, p. 1775-1780, set. 2015.

LOPES, A.D.; HESPANHOL JÚNIOR, L.C.; YEUNG, S.S.; COSTA, L.O. What are the main running related musculoskeletal injuries? A systematic review. *Sports Medicine*, v. 42, n. 10, p. 891-905, out. 2012.

LUZ, B.C; DOS SANTOS, A.F; SERRÃO, F.V. Are hip and knee kinematics and training load characteristics relate to pain intensity and physical function level in runners with Patellofemoral Pain? *Gait and Posture*, v. 84, p. 162-168, dez. 2020.

MACINTYRE, J.G.; TAUNTON, J.E.; CLEMENT, D.B.; LLOYD-SMITH, D.R.; MCKENZIE, D.C.; MORRELL, R.W. Running injuries: a clinical study of 4,173 cases. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 1, n. 2, p. 81-87, abr. 1991.

MALISOUX L.; NIELSEN R.O.; URHAUSEN A.; THEISEN D. A step towards understanding the mechanisms of running-related injuries. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 18, n. 5, p. 523-528, set. 2015.

MESSIER S.P.; MARTIN D.F.; MIHALKO S.L.; IP E.; DEVITA P; CANNON D.;et al. A 2-year prospective cohort study of overuse running injuries: The Runners and Injury Longitudinal Study (TRAILS). *The American Journal of Sports Medicine*, v. 46, n. 9, p. 2211-2221, 2018.

MILLER, R.H.; EDWARDS, W.B.; BRANDON, S.C.; MORTON, A.M.; DELUZIO, K.J. Why don't most runners get knee osteoarthritis? A case for per-unit-distance loads. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 46, n. 3, p. 572-579, mar. 2014.

MILLS K.; HUNTER D.J. Patellofemoral joint osteoarthritis: an individualised pathomechanical approach to management. *Best Practice & Research: Clinical Rheumatology*, v. 28, n. 1, p. 73-91, 2014.

MILNER, C.E.; HAMILL, J.; DAVIS, I. Are knee mechanics during early stance related to tibial stress fracture in runners? *Clinical Biomechanics (Bristol Avon)*, v. 22, n. 6, p. 697-703, jul. 2007.

NAKAGAWA, T. H.; MORIYA, E. T. U.; MACIEL, C. D.; SERRÃO, F. V. Trunk, Pelvis, Hip, and Knee Kinematics, Hip Strength, and Gluteal Muscle Activation During a Single Leg Squat in Males and Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 42, n. 6, p. 491–501, mar. 2012a.

NAKAGAWA T.H.; SERRÃO F.V.; MACIEL C.D.; POWERS C.M. Hip and knee kinematics are associated with pain and selfreported functional status in males and females with patellofemoral pain. *International Journal of Sports and Medicine*, v. 34, n. 11, p. 997-1002, 2013.

NÄSLUND, J.; NÄSLUND, U.B.; ODENBRING, S.; LUNDEBERG, T. Comparison of symptoms and clinical findings in subgroups of individuals with patellofemoral pain. *Physiotherapy Theory Practice*, v. 22, n. 3, p. 105-118, jun. 2006.

NEAL B.S.; BARTON C.J.; GALLIE R.; PO'HALLORAN P.; MORRISSEY D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: a systematic review and meta-analysis. *Gait and Posture*, v. 45, p. 69-82, 2016.

NEAL B.S.; BARTON C.J.; BIRN-JEFFERY A.; MORRISSEY D. Increased hip adduction during running is associated with patellofemoral pain and differs between males and females: A case-control study. *Journal of Biomechanics*, v. 91, p. 133-139, jun. 2019.

NIELSEN R.O; BUIST I; SØRENSEN H.; LIND M.; RASMUSSEN S. Training errors and running related injuries: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 7, n. 1, p. 58-75, fev. 2012.

NIELSEN R.O.; NOHR E.A.; RASMUSSEN S.; SØRENSEN H. Classifying running-related injuries based upon etiology, with emphasis on volume and pace. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 8, n. 2, p. 172-179, abril 2013.

- NIELSEN R.O.; PARNER E.T.; NOHR E.A.; SORENSEN H.; LIND M.; RASMUSSEN S. Excessive progression in weekly running distance and risk of running-related injuries: an association which varies according to type of injury *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 44, n.10, p. 739–747, 2014.
- NIMON, G.; MURRAY, D.; SANDOW, M.; GOODFELLOW, J. Natural history of anterior knee pain: a 14- to 20-year follow-up of nonoperative management. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, v. 18, n. 1, p. 118-122, jan-fev. 1998.
- NOEHREN, B.; SCHOLZ, J.; DAVIS, I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, v. 45, n. 9, p. 691–696, 2011.
- NOEHREN, B.; HAMILL, J.; DAVIS, I. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 45, n. 6, p. 1120–1124, jun. 2013.
- NOEHREN, B.; POHL, M. B.; SANCHEZ, Z.; CUNNINGHAM, T.; LATTERMANN, C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. *Clinical Biomechanics*, v. 27, n. 4, p. 366–371, 2012a.
- NUNES, G.S.; STAPAIT, E.L.; KIRSTEN, M.H.; DE NORONHA, M.; SANTOS, G.M. Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, v. 14, n. 1, p. 54-59, fev. 2013.
- OJA, P.; TITZE, S.; KOKKO, S.; KUJALA, U. M.; HEINONEN, A.; KELLY, P.; KOSKI, P.; FOSTER, C. Health benefits of different sport disciplines for adults: systematic review of observational and intervention studies with metaanalysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 7, p. 434–440, 2015.
- PATEL, D.R.; NELSON, T.L. Sports injuries in adolescents. *Medical Clinics of North America*, v. 84, n. 4, p.983-1007, jul. 2000.
- PAZZINATTO, M.F.; DE OLIVEIRA SILVA, D.; PRADELA, J.; COURA, M.B.; BARTON, C.; DE AZEVEDO, F.M. Local and widespread hyperalgesia in female runners with patellofemoral pain are influenced by running volume. *Journal of Science and Medicine in Sport*. v. 20, n. 4, p. 362-367, abr. 2017.
- PEAT G.; DUNCAN R.C.; WOOD L.R.; THOMAS E.; MULLER S. Clinical features of symptomatic patellofemoral joint osteoarthritis. *Arthritis Research Therapy*, v. 14, n. 2, p. 63, 2012.
- PETERSEN, W.; ELLERMANN, A.; GÖSELE-KOPPENBURG, A.; BEST, R.; REMBITZKI, I. V.; BRÜGGEMANN, G.-P.; LIEBAU, C. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, v. 22, n. 10, p. 2264– 2274, out. 2014.
- PETERSEN J.; NIELSEN R.O.; RASMUSSEN S.; SØRENSEN H. Comparisons of increases in knee and ankle joint moments following an increase in running speed from 8 to 12 to 16 km·h⁻¹, *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, v. 29, n. 9, p. 959-964, nov. 2014.
- PETERSEN, J.; SØRENSEN, H.; NIELSEN, R.O. Cumulative loads increase at the knee joint with slow-speed running compared to faster running: a biomechanical study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 45, n. 4, p. 316-322, abr. 2015.
- POWERS, C. M. The Influence of Altered Lower-Extremity Kinematics on Patellofemoral Joint Dysfunction: A Theoretical Perspective. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 33, n. 11, p. 639–666, 2003.

POWERS, C. M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 2, p. 42–51, fev. 2010.

POWERS C.M.; WITVROUW E.; DAVIS I.S.; CROSSLEY K.M. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 24, p. 1713-1723, 2017.

RAMSKOV, D.; BARTON, C.; NIELSEN, R.O.; RASMUSSEN, S. High eccentric hip abduction strength reduces the risk of developing patellofemoral pain among novice runners initiating a self-structured running program: a 1-year observational study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 45, n. 3, p. 153-161, jan. 2015.

RATHLEFF M.S.; GRAVEN-NIELSEN T.; HÖLMICH P.; WINIARSKI L.; KROMMES K.; et al. Activity modification and load management of adolescents with patellofemoral pain: a prospective intervention study including 151 adolescents. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 47, n. 7, p.1629–1637, 2019.

RATHLEFF M.S.; ROOS E.M.; OLESEN J.L.; RASMUSSEN S. Exercise during school hours when added to patient education improves outcome for 2 years in adolescent patellofemoral pain: a cluster randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, p. 406-412, 2015.

RUNREPEAT. The State of Running 2019. Disponível em: <https://runrepeat.com/state-of-running>. Acesso em 20 dez. 2020.

SALSICH, G.B.; PERMAN, W.H. Patellofemoral joint contact area is influenced by tibiofemoral rotation alignment in individuals who have patellofemoral pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 37, n. 9, p. 521-528, 2007.

SANDOW, M.J.; GOODFELLOW, J.W. The natural history of anterior knee pain in adolescents. *The Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)*, v. 67, n. 1 p. 36-38, 1985.

SARAGIOTTO B.T.; YAMATO T.P.; HESPANHOL JUNIOR L.C.; RAINBOW M.J.; DAVIS I.S.; LOPES A.D. What are the main risk factors for running-related injuries? *Sports Medicine*, v. 44, n. 8, p. 1153-1163, ago. 2014.

SCHACHE, A.G.; BLANCH, P.D.; DORN, T.W.; BROWN, N.A.T.; ROSEMOND, D.; PANDY, M.G. Effect of running speed on lower limb joint kinetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 43, n. 7, p. 1260-1271, jul. 2011.

SCHAEERDER, J., BREEDVELD, K., BORGERS, J. *Running Across Europe: The Rise and Size of One of the Largest Sport Markets*. New York: Palmgrave McMillan, 2015.

SHRIER, I.; CLARSEN, B.; VERHAGEN, E.; GORDON, K.; MELLETTE, J. Improving the accuracy of sports medicine surveillance: when is a subsequent event a new injury? *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 1, p. 26–28, 2017.

SMITH B.E.; SELFE J.; THACKER D.; HENDRICK P.; BATEMAN M.; MOFFATT F.; et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, v. 13, n. 1, p. e0190892, 2018.

SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 39, n. 1, p. 12–19, jan. 2009a.

TAUNTON, J. E.; RYAN, M. E.; CLEMENT, D. B.; MCKENZIE, D. C.; LLOYD-SMITH, D. R.; ZUMBO, B. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, v. 36, n. 2, p. 95–101, 1 abr. 2002.

TESARZ J.; SCHUSTER A.K.; HARTMANN M.; GERHARDT A.; EICH W. Pain perception in athletes compared to normally active controls: A systematic review with meta-analysis. *Pain*, v. 153, p. 1253–1262, 2012.

THIJS Y.; VAN TIGGELEN D.; ROOSEN P.; DE CLERCQ D.; WITVROUW E. A prospective study on gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v.17, n. 6, p. 437-445, 2007.

THOMAS M.J.; WOOD L.; SELFE J.; PEAT G. Anterior knee pain in younger adults as a precursor to subsequent patellofemoral osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 11, p. 201, 2010.

THOMEE R.; AUGUSTSSON J.; KARLSSON J. Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Medicine*, v. 28, n. 4, p. 245-262, 1999.

VAN GENT, B.; SIEM, G.D.; MIDDELKOOP, M.; VAN OS, T.; BIERMA-ZEINSTRAS, S.; KOES, B. 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, 2007.

VIDEBAEK S.; BUENO A.M.; NIELSEN R.O.; RASMUSSEN S. 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, jul. 2015.

WILLSON, J. D.; DAVIS, I. S. Lower extremity mechanics of females with and without patellofemoral pain across activities with progressively greater task demands. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, v. 23, n. 2, p. 203–211, fev. 2008.

WILLSON, J.D.; PETROWITZ, I.; BUTLER, R.J.; KERNOZEK, T.W. Male and female gluteal muscle activity and lower extremity kinematics during running. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, v. 27, n. 10, p. 1052-1057, dez. 2012.

WILLY R.W.; HOGLUND L.T.; BARTON C.J.; BOLGLA L.A.; SCALZITTI D.A.; LOGERSTEDT D.S.; et al. Patellofemoral pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 49, n. 9, p. 1-95, 2019.

WILLY, R.W.; MANAL, K.T.; WITVROUW, E.E.; DAVIS, I.S. Are mechanics different between male and female runners with patellofemoral pain? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 44, n. 11, p. 2165–2171, 2012a.

WILLY, R.W.; SCHOLZ, J.P.; DAVIS, I.S. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. *Clinical Biomechanics*, v. 27, n. 10, p. 1045–1051, dez. 2012b.

WILLY, R.W.; DAVIS, I.S. Varied response to mirror gait retraining of gluteus medius control, hip kinematics, pain, and function in 2 female runners with patellofemoral pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 43, n. 12, p. 864-874, dez. 2013.

WITVROUW, E.; DANNEELS, L.; VAN TIGGELEN, D.; WILLEMS T.M.; CAMBIER, D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 5, p. 1122-1130, jul-ago. 2004.

WU, G.; SIEGLER S.; ALLARD P.; FRITZ J.M.; et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion - part I: ankle, hip, and spine. *Journal of Biomechanical Engineering*, v. 35, p. 543–548, 2002.

ZENI, J. A.; RICHARDS, J. G.; HIGGINSON, J. S. Two simple methods for determining gait events during treadmill and overground walking using kinematic data. *Gait and Posture*, v. 27, n. 4, p. 710–714, 2008.



Contents lists available at ScienceDirect

Gait & Posture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gaitpost

Full length article



Are hip and knee kinematics and training load characteristics relate to pain intensity and physical function level in runners with Patellofemoral Pain?

Bruna Calazans Luz^a, Ana Flávia dos Santos^b, Fábio Viadanna Serrão^{a,*}

^a Department of Physical Therapy, Federal University of São Carlos, São Carlos, Brazil

^b University Centre UNA Pouso Alegre, Pouso Alegre, MG, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:

Running
Anterior knee pain
Training load
Kinematic analysis
Function

ABSTRACT

Background: Patellofemoral pain (PFP) is the most common running-related injury. Altered hip and knee kinematics and increases in weekly distance and running pace are often associated with PFP development and exacerbation.

Research question: Are altered movements and training load characteristics (weekly distance and running pace) relate to pain intensity or physical function level in runners with PFP?

Methods: Forty recreational runners with PFP (20 males and 20 females) participated in this cross-sectional observational study. Three-dimensional hip and knee kinematics were quantified during the stance phase of running. Weekly distance was defined as the average weekly kilometers of running and running pace as the average pace of the activity measured as minutes per kilometer. A visual analogue scale was used to evaluate worst knee pain during the last week. The anterior knee pain scale (AKPS) was used to evaluate knee functional score. A Pearson correlation matrix was used to investigate the association between each dependent variable (worst pain in the last week and AKPS score) and the independent variables (knee and hip kinematics, weekly distance and running pace).

Results: There was no significantly correlation between kinematic variables, pain and functional score for both males and females separately and combined. Weekly distance (km/week) was found to positively correlate to pain intensity ($r = 0.452$; $p < 0.05$) in females with PFP. A simple linear regression revealed that weekly distance was significant predictor emerged of pain in females with PFP. Females exhibited significantly greater peak hip adduction and hip adduction ROM than the males and males had significantly greater running pace compared to females.

Significance: Weekly distance should be considered in the clinical context during rehabilitation of PFP in females runners aiming at pain reduction.

1. Introduction

Running is one of the most practiced physical activities in the world with a significant impact on longevity [1]. Moreover, running provides significant psychological and physiological health benefits as well its low cost and easy accessibility [2]. Although running is a very popular form of physical activity and provide health benefits, a meta-analysis reported running-related injury incidence rate ranges from 2.5–33.0 injuries per 1000 h of running. [3]. As a consequence, runners present reduced physical activity levels with loss of associated health benefits.

Running injuries has been associated with a multifactorial etiology

which includes personal characteristics (anatomical or biomechanical factors) and training load (weekly volume, running pace and running experience) [4]. The most common running injury is patellofemoral pain (PFP) [5]. PFP is defined as pain around or behind the patella aggravated by patellofemoral joint loading activities (eg, squatting, stair ambulation and running) [6]. Recently, the etiology of PFP has been considered a complex mosaic between various anatomical, biomechanical, psychological, social and behavioural influences that are connected to each other and likely contribute to pain [7].

Within a biomechanical context, increased patellofemoral stress, with consequent nociceptive firing from the densely innervated

* Corresponding author at: Federal University of São Carlos, Department of Physical Therapy, Rod. Washington Luís, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brazil.

E-mail address: fserrao@ufscar.br (F.V. Serrão).

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.11.027>

Received 16 January 2020; Received in revised form 26 October 2020; Accepted 30 November 2020

Available online 8 December 2020

0966-6362/© 2020 Elsevier B.V. All rights reserved.

subchondral bone, is considered to be related to the development and persistence of PFP [8]. It has been suggested that poor control of hip and knee movements in the transverse and frontal planes may alter the mechanics of the patellofemoral joint. A meta-analysis identified moderate cross-sectional evidence of a relationship between PFP and increased peak hip adduction and internal rotation in runners [9]. In addition, runners with persistent PFP also have been reported to run with increased peak hip adduction and internal rotation compared to asymptomatic runners [10–12]. Currently, a systematic review has shown that limited evidence indicated greater peak hip adduction in female runners developing patellofemoral pain [13]. In combination, these kinematic alterations have been proposed to contribute to increased patellofemoral joint stress resulting from an increase in the dynamics valgus of knee joint during weight-bearing activities [14].

In addition to these proposed biomechanical factors, training load characteristics should be considered as primary exposures of interest any given mechanism of injury [15]. This has been explained by an imbalance between increased repetitive loading of runner's musculoskeletal system and its repair process, which ultimately leads to injury [16]. Among training load characteristics, increases in weekly distance and running pace are often observed in PFP [17,18]. The evidence to support this assumption is, however, contradictory between the studies. A prospective cohort study revealed that novice runners who progressed their weekly running distance by greater than 30 % were more vulnerable to distance-related injuries, such as PFP [19]. Furthermore, another prospective study reported that slow injured runners (mean speed < 12 km/h) ran on average a greater weekly distance compared to slow uninjured runners. In contrast, an observational study found no difference in weekly distance and running pace in runners with and without PFP [20]. More recently, a prospective study of overuse running injuries revealed that injured and uninjured groups reported similar weekly distance and running pace at baseline [21]. Despite the diverging results, investigating modifiable factors such as volume and intensity of running that may influence the load is necessary to understand the role of these training load variables in PFP runners.

Although several studies have been analyzed and compared lower limb kinematics and training load characteristics in runners with PFP and asymptomatic runners, it has not been established whether altered movements and training load characteristics (weekly distance and running pace) are related to the intensity of pain or level of physical function of runners with PFP. Only one study analyzed the association between lower limb kinematics, pain level and functional status in persons with PFP and found an association between these variables during a step-down task [22]. However, to our knowledge, no study has made this association in runners with PFP. The investigation of a possible relationship between knee and hip kinematics and training load with pain and functional status may contribute to more precise and specific treatment strategies for males and females PFP runners.

Therefore, this study aimed to determine the association between knee and hip kinematics and training load with pain level and functional status in runners with PFP. In addition, the purpose was also to determine whether these associations are different for males and females. It was hypothesized that males and females runners with PFP will present a positive relationship between greater kinematics movements [peak and range of motion (ROM) of hip adduction, hip internal rotation and knee abduction] and greater training load (weekly volume, running pace) with worst pain and lower functional capacity.

2. Methods

2.1. Participants

This cross-sectional observational study included 40 recreational runners with PFP (20 males and 20 females). Sample size was defined based on a 90 % predicted power and an alpha of 0.05 with $r = -0.48$. The value of r was determined based on a previous study [22] which

evaluated the relationship between hip adduction with function in PFP participants. A minimum sample size of 38 participants was indicated.

Eighty-four runners responded to the recruitment attempts. Most were not eligible for inclusion due to associated lower limb injuries, age criteria, low weekly training distance and short PFP symptoms duration. Forty runners met inclusion criteria and accepted to participate in this study.

All participants were between 18 and 35 years of age and were recruited through flyers posted at a university, running groups, clubs, running events and social network websites. To be included, runners had to be natural rearfoot strikers (RFS), run a minimum of 15 km per week in the last 3 months and self-report PFP symptoms during and/or after their running training in the last 3 months unrelated to any traumatic event and have prior experience on a treadmill. The RFS pattern was confirmed by a real-time qualitative camera (120 Hz) positioned lateral to the foot (one meter away). Participants reported readily reproducible peripatellar or retropatellar pain while performing at least 2 of the following functional activities besides running: stair ascent or descent, kneeling, squatting, prolonged sitting, jumping and isometric quadriceps contraction. Finally, they had to present the worst knee pain experienced in the previous week of "3" or greater using a 10-cm visual analogue scale (VAS) ("0" indicating no pain and "10" indicating extremely intense pain).

Runners were excluded from participation if they reported: 1) previous history of knee surgery; 2) current back, hip or ankle joint injury or pain; 3) patellar instability; 4) signs or symptoms of meniscal or knee ligament involvement; or 5) any neurological condition that would affect movement.

All potential participants were evaluated by a licensed physical therapist, who screened for inclusion and exclusion criteria. Prior to participation, all participants provided informed consent as approved by the University Ethics Committee for Human Investigations (3.089.896).

2.2. Data collection

Prior to kinematic evaluation, the Anterior Knee Pain Scale (AKPS) was completed by all participants [23]. The AKPS is composed by 13 multiple-choice questions to assess the PFP symptoms severity and participant's functional limitations. The score ranges from 0 (worst condition) to 100 (normal knee condition, no symptoms and no daily functional restrictions). In sequence, runners reported their worst pain intensity in the last week in the 10-cm VAS scale. VAS scores were computed by measuring the length of the line from the left anchor (no pain) to the subject's mark in centimeters.

2.2.1. Kinematic analysis

To assess running, 3-dimensional joint kinematics (7-camera, Qualisys Motion-Capture System, Qualisys Medical-AB, Sweden) of hip and knee were recorded at 240 Hz using anatomical and tracking reflective markers placed on each participant (Fig. 1). Data collection included lower limb kinematic evaluation of each participant's affected limb (unilateral symptoms) or most affected limb (bilateral symptoms) [22].

A neutral running shoe (Asics Gel-Equation 5, ASICS, Kobe, Japan) was provided for all participants. Runners warmed up on a treadmill (model LX 160 GIII, Movement) at a constant speed of 4.5 km/h for five minutes. After that, participants performed a 5 min familiarization period running at their preferred speed (self-selected) on the treadmill. Then, they performed a running trial at that same preferred speed for two minutes and at least 30 consecutive steps of the affected lower limb were recorded.

2.3. Data reduction

Kinematic data were filtered using a 4th-order, zero-lag, low-pass Butterworth filter at 12 Hz. The Cardan angles were calculated relative

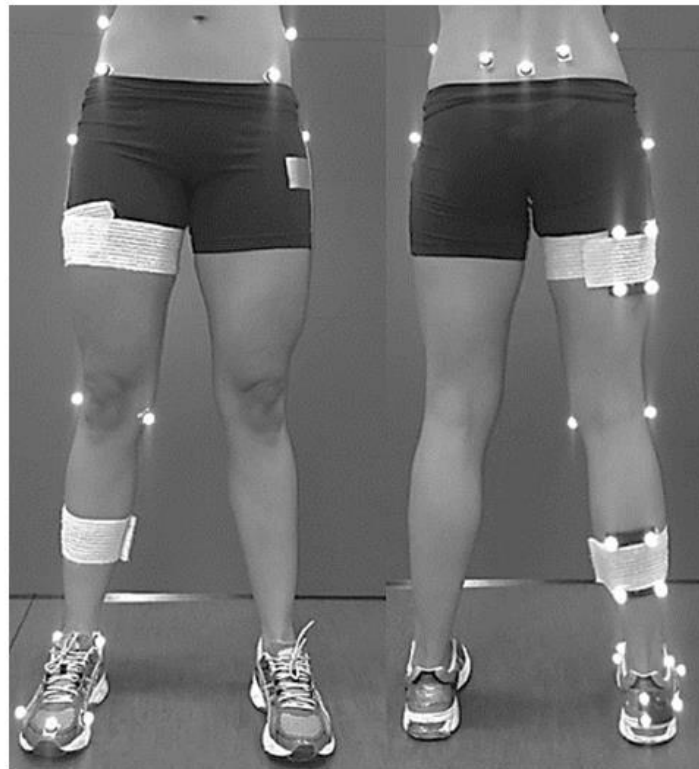


Fig. 1. Markers placement for kinematic analysis.

to the static standing trial using the joint coordinate system definitions as recommended by the International Society of Biomechanics [24]. The average of 10 successive strides was analyzed for each running trial for kinematic variables and the Visual 3D software (C-Motion Inc., Rockville, USA) was used to calculate anatomical joint coordinate system.

Kinematic variables of interest consisted of peak hip adduction, peak hip internal rotation and peak knee abduction; and of hip adduction ROM, hip internal rotation ROM and knee abduction ROM. All kinematic data (peak and ROM angles) were analyzed during the stance phase. The analysis to determine the kinematic variables and to identify the initial contact and toe-off was performed using a custom program in Matlab (Mathworks, Natick, MA). Initial contact was identified as the point in time when the calcaneus marker moved from positive to negative velocity in the anteroposterior direction [25] and toe-off was determined by the second knee extension peak [26]. To determine the test-retest reliability of the kinematics measurements, a priori study was conducted. Nine participants were tested on 2 occasions, which were separated by 7 days. The intraclass correlation coefficient ($ICC_{1,1}$) and standard error of measurement were, respectively, 0.79 and 1.46° for peak hip adduction, 0.81 and 1.73° for peak hip internal rotation and 0.91 and 1.44° for peak knee abduction.

Weekly distance was defined as the average weekly kilometers of running while running pace was defined as the average pace of the workout measured as minutes per kilometer (min/km) [17] through the average velocity chosen by each runner.

2.4. Statistical analyses

All statistical analyses were conducted in SPSS software (version 17, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Initially, the statistical distribution and

homoscedasticity of the data were checked with the Shapiro-Wilk test and Levene's test, respectively. A Pearson correlation matrix was used to investigate the association between each dependent variable (worst pain in the last week and AKPS score) and the independent variables (knee and hip kinematics, weekly distance and running pace) for both groups combined. The variable that was found to be significantly correlated with the dependent variables was used in a simple linear regression model. All correlation and regression analyses were performed using data for both groups combined, and for females and males separately. Independent-samples *t* tests were used to test for gender differences in pain level, self-reported functional status, kinematic variables, weekly distance and running pace. Effect sizes were calculated using the Cohen's *d* and interpreted as 0 to 0.40 small effect, 0.41 to 0.70 moderate effect, 0.71 or higher large effect [27]. The significance level was set as 0.05.

3. Results

Descriptive values for demographic and clinical characteristics of participants are presented in Table 1. There was no significant correlation between kinematic variables (peak hip adduction, hip internal rotation and knee abduction; hip adduction, hip internal rotation and knee abduction ROM), pain and AKPS score for both males and females separately and combined (Table 2). However, weekly distance (km/week) was found to positively correlate to pain intensity ($r = 0.452$; $p < 0.05$) only in females with PFP (Fig. 2). Furthermore, weekly distance emerged as predictor of pain for females with PFP ($r^2 = 0.204$; $p = 0.045$). Moreover, there were no significant correlation between running pace and pain intensity and the AKPS score for both men and women separately and combined (Table 2). On average females

Table 1
Participants demographic and clinical characteristics (mean (SD)).

	All PFP (n = 40)	Female PFP (n = 20)	Male PFP (n = 20)
Age (yr)	27.67 (4.01)	27.45 (3.48)	27.9 (4.56)
Body Mass (kg)	70.8 (13.85)	61.09 (7.33)	80.52 (11.88)
Height (m)	1.71 (0.09)	1.66 (0.04)	1.77 (0.08)
BMI (kg/m ²)	23.82 (2.97)	22.13 (2.32)	25.51 (2.60)
Frequency (days/ week)	3.36 (0.77)	3.35 (0.79)	3.38 (0.77)
Running experience (yr)	2.13 (2.15)	1.67 (1.75)	2.59 (2.46)

BMI = body mass index.

Table 2
Pearson correlation coefficients (r) among Visual Analogue Scale (VAS), Anterior Knee Pain Scale (AKPS), hip and knee kinematics variables, weekly distance and running pace.

	VAS r (p-value)	AKPS r (p-value)
All PFP		
Peak hip adduction	0.063 (0.697)	-0.144 (0.374)
Peak hip internal rotation	-0.019 (0.906)	-0.039 (0.813)
Peak knee abduction	0.309 (0.052)	-0.082 (0.614)
ROM hip adduction	0.027 (0.869)	-0.147 (0.364)
ROM hip internal rotation	0.181 (0.264)	-0.100 (0.541)
ROM knee abduction	0.099 (0.545)	-0.145 (0.371)
Weekly distance	0.226 (0.161)	-0.048 (0.768)
Running pace	0.117 (0.459)	-0.110 (0.486)
Female PFP		
Peak hip adduction	0.039 (0.872)	-0.067 (0.778)
Peak hip internal rotation	0.001 (0.995)	-0.212 (0.370)
Peak knee abduction	0.305 (0.191)	0.126 (0.597)
ROM hip adduction	0.107 (0.654)	-0.298 (0.202)
ROM hip internal rotation	0.052 (0.827)	-0.174 (0.462)
ROM knee abduction	-0.016 (0.946)	-0.213 (0.366)
Weekly distance	0.452 (0.045) *	-0.253 (0.282)
Running pace	-0.143 (0.540)	-0.172 (0.468)
Male PFP		
Peak hip adduction	-0.039 (0.871)	-0.372 (0.107)
Peak hip internal rotation	-0.127 (0.594)	0.149 (0.530)
Peak knee abduction	0.302 (0.196)	-0.312 (0.180)
ROM hip adduction	-0.275 (0.240)	0.009 (0.969)
ROM hip internal rotation	0.393 (0.086)	-0.016 (0.947)
ROM knee abduction	0.275 (0.241)	-0.083 (0.728)
Weekly distance	-0.171 (0.474)	0.319 (0.170)
Running pace	0.339 (0.123)	-0.179 (0.425)

ROM = Range of Motion.

* Statistically significant.

exhibited significantly greater peak hip adduction and hip adduction ROM than the males ($p < 0.05$) and males had significantly greater running pace compared to females (Table 3). There were no differences in pain level and self-reported functional status between females and males with PFP ($p > 0.05$) (Table 3). Average time normalized curve of hip and knee kinematics during running stance phase for all participants is presented in Fig. 3.

4. Discussion

This is the first study to evaluate the relationship between knee and hip kinematics and training load characteristics with pain level and functional status in runners with PFP. Contrary to what we hypothesized, our findings showed that greater peaks and ROMs of hip

Table 3
Kinematic (degrees), Weekly distance (km/week), Running pace (min/km), Visual analogic scale (cm) and Anterior knee scale (score) data expressed in mean (SD) for between-group comparison.

	All PFP	Female PFP	Male PFP	P-value	Effect size
Independent variables					
Peak hip adduction	11.25 (3.61)	13.01 (3.43)	9.5 (2.92)	0.001 *	0.49
Peak hip internal rotation	16.77 (4.1)	17.68 (4.38)	15.87 (3.69)	0.165	0.22
Peak knee abduction	3.48 (2.96)	4.36 (2.55)	2.6 (3.16)	0.059	0.3
Hip adduction ROM	8.40 (3.2)	9.48 (3.6)	7.32 (2.38)	0.031 *	0.33
Hip internal rotation ROM	18.3 (4.19)	17.99 (4.1)	18.61 (4.37)	0.647	0.11
Knee abduction ROM	10.01 (3.1)	9.56 (2.59)	10.46 (3.54)	0.367	0.14
Weekly distance	21.65 (7.25)	20.75 (7.59)	23.25 (5.59)	0.166	0.2
Running pace	6.90 (0.95)	7.49 (0.75)	6.37 (0.78)	0.001 *	0.59
Dependent variables					
VAS	4.6 (2.16)	4.84 (2.55)	4.36 (1.73)	0.495	0.1
AKPS	78.77 (8.65)	79.3 (9.09)	78.25 (8.39)	0.706	0.05

ROM = Range of motion; VAS = Visual analogic scale; AKPS = Anterior knee scale.

* Statistically significant.

statistically significant.

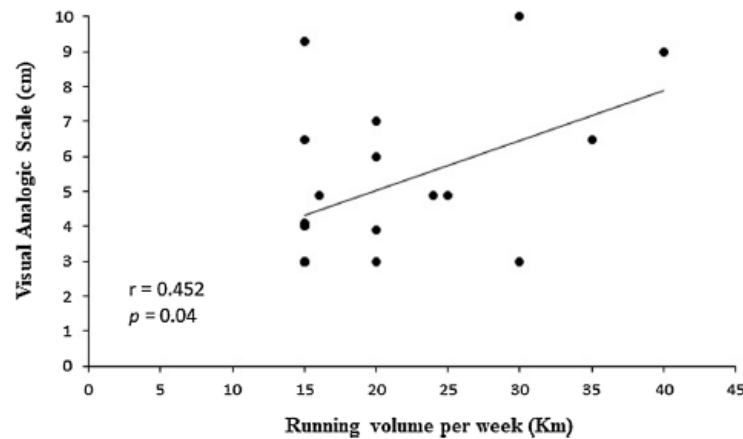


Fig. 2. Diagrammatic representation of the significant correlations between VAS and running volume per week in females with PFP.

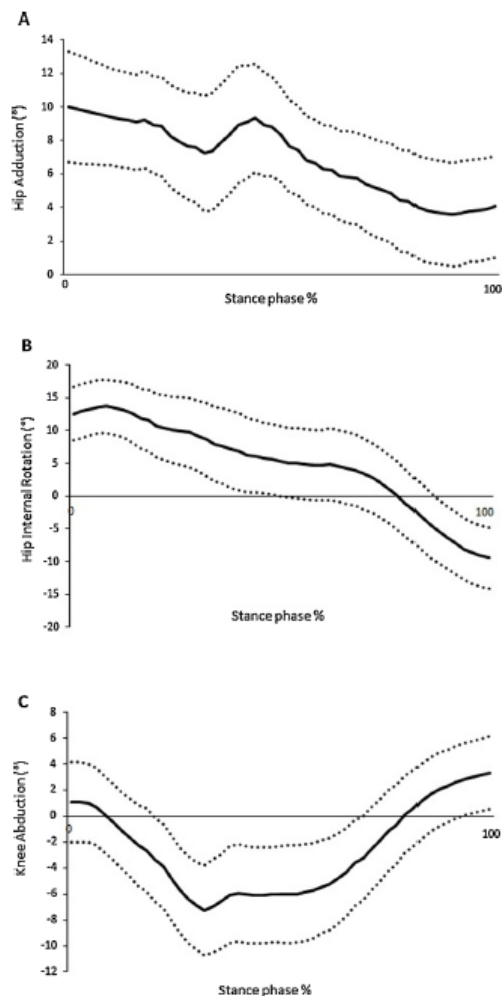


Fig. 3. Average time normalized curve for joint angles during the stance phase: (A) hip adduction, where adduction is positive, (B) hip internal rotation, where internal rotation is positive, and (C) knee abduction, where abduction is positive. Dashed lines represent the standard deviation above and below the curve.

adduction, hip internal rotation and knee abduction during running were not associated with the worst pain and lower functional capacity in runners with PFP. Furthermore, these associations were not different for males and females. Our hypothesis was partially supported in relation to training load characteristics, in which greater weekly distance was associated with greater pain intensity in females with PFP. However, there was no association between running pace with pain and function.

Contrary to our findings, Nakagawa et al. [22] found an association between greater peak hip adduction, peak hip internal rotation and peak knee abduction with higher levels of pain and reduced function in males and females with PFP during a step-down task. It is also interesting to note that, in our study, although women presented greater peak and ROM of hip adduction than men, these kinematic variables were not associated with pain intensity and function in this population. Thus, it is possible that other factors than biomechanical may be related to pain intensity and function in runners with PFP. A possible explanation for the differences found between these results and those from Nakagawa et al. [22] is that these authors assessed a population was not necessarily athletes. According to a systematic review with meta-analysis [26]

athletes possessed consistently higher pain tolerance than normally active controls. In fact, the worst pain in the last week reported by the runners of our study was slightly lower than the usual pain during the last week reported in Nakagawa's et al. [22] study. Thus, considering that, runners may have a higher pain tolerance and therefore the worst pain reported by them may not have reached levels high enough to correlate with altered kinematics.

Although lower limb kinematics were not associated with pain and function, running distance (km/week) was found to positively correlate to pain intensity in females with PFP. Weekly distance explained 20 % of the variance in pain in female runners with PFP. This is an important finding since PFP have previously been linked to excessive running distance [17,19]. Furthermore, greater running volume was found to be associated with local and remote hyperalgesia in female runners with PFP [29]. In addition, reinforcing our findings and being able to expand to other tasks, Briani et al. [30] demonstrated that females with PFP who maintain high levels of physical activity presented higher levels of pain.

Furthermore, recently, Esculier et al. [31] found that the addition of exercise and running retraining did not result in additional pain and function benefits compared to education alone (symptom management and training modifications). In this study, runners were instructed to, in addition to decreasing running pace, avoiding hills and splitting, increase weekly training frequency and decrease the duration of each session. It was hypothesized that these conducts allowed the patellofemoral joint loads to maintain within the envelope of function proposed by Dye [32], resulting in improvement in symptoms. In our study, women ran an average of 20 km/week with a frequency about 3 times/week (approximately 6.5 km/session). Considering the envelope of function is decreased in PFP patients [32], it is likely that the weekly distance traveled by women would be producing patellofemoral joint loads outside the envelope of function (in the zone of supraphysiologic overload). Thus, the relationship between weekly running distance and pain intensity may have important implications for PFP treatment. Appropriate management of training loads that focus on decreasing the duration of each session could contribute to the restoration of tissue homeostasis [32] and thus to symptoms improvement.

Although increased running pace is related to increased absolute joint load and muscle force, our study found no relationship between this variable with pain and function in runners with PFP. However, some studies found no significant difference between running pace of runners with PFP and asymptomatic runners [10,20]. Furthermore, a theoretical study of Nielsen et al. [17] has been proposed, based on epidemiological and biomechanical findings, that the structures at the later part of lower leg and underneath the foot are more vulnerable to injury compared to the structures at the anterior part of the knee when running pace is increased. Supporting this theory, Petersen et al. [33] observed that increased running pace was associated with a greater increase in load of ankle joint plantar flexors, compared with knee joint extensors. Thus, increased running pace seems to be more related to leg and foot injuries than knee injuries such as PFP.

This study has some limitations. First, we included exclusively natural rearfoot striker runners. Therefore, our findings cannot be translated to mid and forefoot strikers runners. In addition, whilst we controlled the shoe type during testing in order to reduce variability that may be caused by different footwear conditions [10,34], it may be that this standardization of the footwear has influenced the lower limb kinematics during running. Finally, according to the sample size calculation performed, the total number of participants analyzed adequately reached the power of this study. However, for each group analyzed separately, this power was not achieved.

Whilst the result of this study contribute to a better understanding of factors that are associated or not with worsening pain and lower functional capacity, other factors that were not evaluated in this study such as foot and ankle kinematics, neuromuscular control, muscle strength, cartilage integrity, psychological, social and behavioral factors may also be contributing to the worsening of symptoms in this population.

Therefore, future studies are needed to analyze the influence and association of all intrinsic and extrinsic risk factors (interconnected to each other) with pain intensity and lower functional capacity of runners with PFP for the purpose of a more specific treatment and more accurate prevention strategies for this dysfunction.

5. Conclusion

Runners with PFP showed no association between kinematic variables (hip adduction and internal rotation and knee abduction) with pain level and functional status. In addition, these associations were not different for males and females. Greater weekly running distance was associated with pain level in female runners with PFP and weekly distance explained 20 % of the variance in pain. Clinicians should not only evaluate and treat the biomechanical factors of runners with PFP, but also be cautious about training load characteristics, especially the increase in weekly distance that is related to the increase in pain in this population.

Author statements

We confirm that the manuscript has been read and approved by all named authors and that there are no other persons who satisfied the criteria for authorship but are not listed. We further confirm that the order of authors listed in the manuscript has been approved by all of us.

Intellectual property

We confirm that we have given due consideration to the protection of intellectual property associated with this work and that there are no impediments to publication, including the timing of publication, with respect to intellectual property. In so doing we confirm that we have followed the regulations of our institutions concerning intellectual property.

Ethical approval

We further confirm that any aspect of the work covered in this manuscript that has involved either experimental animals or human patients has been conducted with the ethical approval of all relevant bodies and that such approvals are acknowledged within the manuscript.

Declaration of Competing Interest

We wish to confirm that there are no known conflicts of interest associated with this publication and there has been no significant financial support for this work that could have influenced its outcome.

Acknowledgements

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the financial support from the *Coordenação de Apoio a Pessoal de Ensino Superior (CAPES)*. These sponsors had no involvement with the study design, data collection, analysis and interpretation of data, in the writing of this manuscript, or in the decision to submit it for publication.

References

- [1] D.C. Lee, A.G. Brellenthin, P.D. Thompson, X. Sui, I.M. Lee, C.J. Lavie, Running as a key lifestyle medicine for longevity, *Prog. Cardiovasc. Dis.* 60 (1) (2017) 45–55.
- [2] P. Oja, S. Titze, S. Kolkko, et al., Health benefits of different sport disciplines for adults: systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis, *Br. J. Sports Med.* 49 (2015) 434–440.
- [3] S. Videbaek, A.M. Bueno, R.O. Nielsen, S. Rasmussen, Incidence of running-related injuries per 1000 h of running in different types of runners: a systematic review and meta-analysis, *Sports Med.* 45 (7) (2015) 1017–1026.
- [4] B.T. Saragiotto, T.P. Yamato, L.C. Hespanhol Junior, M.J. Rainbow, I.S. Davis, A. D. Lopes, What are the main risk factors for running-related injuries? *Sports Med.* 44 (8) (2014) 1153–1163.
- [5] P. Francis, C. Whatman, K. Sheerin, P. Hume, M.I. Johnson, The proportion of lower limb running injuries by gender, anatomical location and specific pathology: a systematic review, *J. Sports Sci. Med.* 18 (2019) 21–31.
- [6] K.M. Crossley, J.J. Stefaniak, J. Selfe, et al., Patellofemoral pain consensus statement from the 4th international patellofemoral pain research retreat, manchester. Part 1 terminology, definitions, clinical examination, natural history, *Br. J. Sports Med.* (2016) 839–843.
- [7] C.M. Powers, E. Witvrouw, I.S. Davis, K.M. Crossley, Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3, *Br. J. Sports Med.* 51 (2017) 1713–1723.
- [8] S. Lack, L. Anthony, J. Noake, K. Brennan, B. Zhang, D. Morrissey, Medial and lateral patellofemoral joint retinaculum thickness in people with patellofemoral pain: a case-control study, *J. Ultrasound Med.* 38 (6) (2019) 1483–1490.
- [9] B.S. Neal, C.J. Barton, R. Gallie, P. O'Halloran, D. Morrissey, Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: a systematic review and meta-analysis, *Gait Posture* 45 (2016) 69–82.
- [10] A. Fox, R. Ferber, N. Saunders, S. Osis, J. Bonacci, Gait kinematics in individuals with acute and chronic patellofemoral pain, *Med. Sci. Sports Exerc.* 50 (2018) 502–509.
- [11] B. Noehren, M.B. Pohl, Z. Sanchez, T. Cunningham, C. Lattermann, Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain, *Clin. Biomech.* 27 (2012) 366–371.
- [12] R.W. Willy, K.T. Manal, E.E. Witvrouw, I.S. Davis, Are mechanics different between male and female runners with patellofemoral pain? *Med. Sci. Sports Exerc.* 44 (2012) 2165–2171.
- [13] L. Ceysens, R. Vaneldeven, C. Barton, P. Malliaras, B. Dingemans, Biomechanical risk factors associated with running-related injuries: a systematic review, *Sports Med.* 49 (7) (2019) 1095–1115.
- [14] C.M. Powers, The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 40 (2010) 42–51.
- [15] L. Malisoux, R. Nielsen, A. Urhausen, D. Theisen, A step towards understanding the mechanisms of running-related injuries, *J. Sports Sci. Med.* 18 (2015) 523–528.
- [16] A. Hreljac, Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective, *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 16 (2005) 651–667.
- [17] R.O. Nielsen, E.A. Nohr, S. Rasmussen, H. Sørensen, Classifying running-related injuries based upon etiology, with emphasis on volume and pace, *Int. J. Sports Phys. Ther.* 8 (2013) 172–179.
- [18] R.O. Nielsen, I. Buijs, H. Sørensen, M. Lind, S. Rasmussen, Training errors and running related injuries: a systematic review, *Int. J. Sports Phys. Ther.* 7 (1) (2012) 58–75.
- [19] R.O. Nielsen, E.T. Parner, E.A. Nohr, et al., Excessive progression in weekly running distance and risk of running-related injuries: an association which varies according to type of injury, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 44 (2014) 739–747.
- [20] M.J. Duffley, D.F. Martin, D.W. Cannon, T. Craven, S.P. Messier, Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners, *Med. Sci. Sports Exerc.* 32 (2000) 1825–1832.
- [21] S. Messier, D. Marting, S. Mihalko, E. Ip, P. Devita, D. Cannon, et al., A 2-year prospective cohort study of overuse injuries: the runners and injury longitudinal study (TRAILS), *Am. J. Sports Med.* 46 (9) (2018) 2211–2221.
- [22] T.H. Nakagawa, F.V. Serrao, C.D. Maciel, C.M. Powers, Hip and knee kinematics are associated with pain and self-reported functional status in males and females with patellofemoral pain, *Int. J. Sports Med.* 34 (11) (2013) 997–1002.
- [23] U.M. Kujala, L.H. Jaakkola, S.K. Koskinen, S. Taimela, M. Hurme, O. Nelimarkka, Scoring of patellofemoral disorders, *Arthroscopy* 9 (1993) 159–163.
- [24] G. Wu, S. Siegler, P. Allard, J.M. Fritz, et al., ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion—part I: ankle, hip, and spine, *Int. Soc. Biomech. J. Biomech.* 35 (2002) 543–548.
- [25] J.A. Zeni, J.G. Richards, J.S. Higginson, Two simple methods for determining gait events during treadmill and overground walking using kinematic data, *Gait Posture* 27 (4) (2008) 710–714.
- [26] R.E. Fellin, W.C. Rose, T.D. Royer, I.S. Davis, Comparison of methods for kinematic identification of footstrike and toe-off during overground and treadmill running, *J. Sci. Med. Sport* 13 (6) (2010) 646–650.
- [26] R.E. Fellin, W.C. Rose, T.D. Royer, I.S. Davis, Comparison of methods for kinematic identification of footstrike and toe-off during overground and treadmill running, *J. Sci. Med. Sport* 13 (6) (2010) 646–650.
- [27] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed., Routledge Academic, New York, 1988.
- [28] J. Tesarz, A.K. Schuster, M. Hartmann, A. Gerhardt, W. Eich, Pain perception in athletes compared to normally active controls: a systematic review with meta-analysis, *Pain* 153 (2012) 1253–1262.
- [29] M.F. Pazzinato, D. de Oliveira Silva, J. Pradela, M.B. Coura, C. Barton, F.M. de Azevedo, Local and widespread hyperalgesia in female runners with patellofemoral pain are influenced by running volume, *J. Sci. Med. Sport* 20 (4) (2017) 362–367.
- [30] R.V. Briani, M.F. Pazzinato, D. de Oliveira Silva, F.M. de Azevedo, Different pain responses to distinct levels of physical activity in women with patellofemoral pain, *Braz. J. Phys. Ther.* 21 (2) (2017) 138–143.
- [31] J.F. Esculier, L.J. Bouyer, B. Dubois, et al., Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial, *Br. J. Sports Med.* 52 (2018) 659–666.

ANEXO II

A manuscript number has been assigned - BM-D-20-01404

Caixa de entrada x



Journal of Biomechanics <em@editorialmanager.com>

23 de nov. de 2020 08:54 ☆ ↶ ⋮

para mim ▾

inglês ▾ > português ▾ Traduzir mensagem

Desativar para: inglês x

CC: "Ana Flávia dos Santos" santosaf@live.com, "Fábio Viadanna Serrão" fserrao10@gmail.com

Dear Ms. Luz,

Your submission entitled "Are altered kinematics in runners with patellofemoral pain sex-specific?" has been assigned the following manuscript number: BM-D-20-01404.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to EM as an author. The URL is <https://www.editorialmanager.com/bm/>.

Thank you for submitting your work to The Journal of Biomechanics.

Kind regards.

Editorial Office
Journal of Biomechanics

Submission Confirmation

Caixa de entrada x



Journal of Biomechanics <em@editorialmanager.com>

qui., 19 de nov. de 2020 19:00 ☆ ↶ ⋮

para mim ▾

inglês ▾ > português ▾ Traduzir mensagem

Desativar para: inglês x

CC: "Ana Flávia dos Santos" santosaf@live.com, "Fábio Viadanna Serrão" fserrao10@gmail.com

Dear Ms. Luz,

Your submission entitled "Are altered kinematics in runners with patellofemoral pain sex-specific?" has been received by the Journal of Biomechanics.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to EM as an author. The URL is <https://www.editorialmanager.com/bm/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards.

Editorial Office
Journal of Biomechanics

JOURNAL OF **biomechanics**  em Editorial Manager
Role: Author Username: brucalazansluz@gmail.com
ME • LOGOUT • HELP • REGISTER • UPDATE MY INFORMATION • JOURNAL OVERVIEW
IN MENU • CONTACT US • SUBMIT A MANUSCRIPT • INSTRUCTIONS FOR AUTHORS • PRIVACY

Submissions Being Processed for Author **Bruna Calazans Luz**

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
Action Links	BM-D-20-01404	Are altered kinematics in runners with patellofemoral pain sex-specific?	19-11-2020	04-01-2021	Under Review

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Display 10 results per page.

ANEXO III

Anterior Knee Pain Scale (AKPS)

- Versão traduzida e validada para a língua portuguesa -

Nome: _____

Data: ___/___/___

Em cada questão, circule a letra que melhor descreve os atuais sintomas relacionados ao seu joelho.

1. Você caminha mancando?

- a. Não
- b. Levemente ou de vez quando
- c. Constantemente

2. O seu joelho suporta o seu peso?

- a. Apoio totalmente, sem dor
- b. Apoio, mas sinto dor
- c. É impossível suportar o peso

3. Ao caminhar

- a. Não tenho limites para caminhar
- b. Caminho mais que 2 km
- c. Caminho entre 1 e 2 km
- d. Não consigo

4. Ao subir / descer escadas

- a. Não tenho dificuldade
- b. Sinto um pouco de dor ao descer
- c. Sinto dor ao descer e ao subir
- d. Não consigo

5. Ao agachar

- a. Não tenho dificuldade
- b. Sinto dor após agachamentos repetidos
- c. Sinto dor a cada agachamento
- d. Somente agacho com diminuição de meu peso (me apoiando)
- e. Não consigo

6. Ao correr

- a. Não tenho dificuldade
- b. Sinto dor após correr mais do que 2 km
- c. Sinto dor leve desde o começo
- d. Sinto dor intensa
- e. Não consigo

7. Ao pular / saltar

- a. Não tenho dificuldade
- b. Tenho um pouco de dificuldade
- c. Sinto dor constante
- d. Não consigo

8. Ao sentar com os joelhos flexionados / dobrados por período prolongado

- a. Não tenho dificuldade
- b. Sinto dor para me manter sentado após ter realizado exercícios
- c. Sinto dor constante
- d. A dor faz com que necessite estender (esticar) os joelhos de tempos em tempos
- e. Não consigo

9. Dor

- a. Nenhuma
- b. Leve e ocasional
- c. A dor atrapalha o sono
- d. De vez em quando é intensa
- e. Constante e intensa

10. Inchaço (edema)

- a. Nenhum
- b. Após esforço intenso
- c. Após atividades diárias
- d. Toda a noite
- e. Constante

11. Movimentos anormais (subluxação) e doloridos da rótula (patela)

- a. Não ocorre
- b. Ocorre ocasionalmente durante atividades esportivas
- c. Ocorre ocasionalmente durante atividades diárias
- d. Já tive pelo menos um deslocamento
- e. Já tive mais que dois deslocamentos

12. Atrofia da coxa (tamanho da coxa)

- a. Nenhuma alteração do tamanho da coxa
- b. Leve alteração do tamanho da coxa
- c. Severa alteração do tamanho da coxa

13. Sente dificuldade para flexionar / dobrar o joelho?

- a. Nenhuma
- b. Leve
- c. Muita