



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ANTÔNIO GARCIA FILHO
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA DE LAGARTO

JÚLIO CÉSAR MATOS MONTEIRO

**O FORTALECIMENTO DOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DOS PÉS
MELHORA A DOR E A FUNCIONALIDADE EM LESÕES DOS MEMBROS
INFERIORES (MMII)?**

REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE

LAGARTO/SE

2019

JÚLIO CÉSAR MATOS MONTEIRO

**O FORTALECIMENTO DOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DOS PÉS
MELHORA A DOR E A FUNCIONALIDADE EM LESÕES DOS MEMBROS
INFERIORES (MMII)?**

REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Fisioterapia do Campus Prof. Antônio Garcia Filho da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como um dos requisitos para graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Márcio Pereira Oliveira.

LAGARTO/SE

2019

JÚLIO CÉSAR MATOS MONTEIRO

**O FORTALECIMENTO DOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DOS PÉS
MELHORA A DOR E A FUNCIONALIDADE EM LESÕES DOS MEMBROS
INFERIORES (MMII)?**

REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Márcio Pereira Oliveira

Prof. Dr. André Sales Barreto

Prof. Me. Elenilton Correia de Souza

**O FORTALECIMENTO DOS MÚSCULOS INTRÍNSECOS DOS PÉS
MELHORA A DOR E A FUNCIONALIDADE EM LESÕES DOS MEMBROS
INFERIORES (MMII)?**

REVISÃO SISTEMÁTICA E METAANÁLISE

**DOES STRENGTHENING INTRINSIC FOOT MUSCLES IMPROVE PAIN
AND FUNCTIONALITY IN LOWER LIMB INJURIES?**

SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

Júlio César Matos Monteiro¹; Paulo Márcio Pereira Oliveira¹

¹Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Sergipe-UFS, Campus Lagarto

Corresponding address

* Departamento de Fisioterapia – Lagarto (DFTL), Universidade Federal de Sergipe-UFS, Av. Gov. Marcelo Déda, 300 - São José, CEP 49400-000, Lagarto – SE, Brasil. Tel: (55) 79 99930-0086. Email (s): juliomonnteiro@outlook.com.

RESUMO

Introdução: Os músculos intrínsecos são os principais estabilizadores do pé e contribuem para a manutenção da mecânica normal do arco longitudinal medial. Uma falha nessa estrutura pode estar associado a diversas lesões dos MMII. **Objetivos:** Conduzir uma revisão sistemática para analisar se as alterações da musculatura intrínseca do pé influenciam nas lesões de MMII. **Estratégia de busca:** Uma busca na literatura utilizando as seguintes bases de dados: Biblioteca Nacional de Medicina (MEDLINE-PubMed), Scopus, Web of Science, PEDRO, SportDiscus e Cochrane. **Critério de seleção:** Ensaio clínico de paciente com lesão em MMII, com alterações na musculatura intrínseca do pé. **Resultados:** Um total de 956 estudos foram inicialmente identificados, com apenas 4 que estavam nos critérios de inclusão do presente estudo. **Conclusão:** O fortalecimento dos músculos intrínsecos do pé, demonstrou melhoras significativas da dor e funcionalidade de pacientes com lesões dos MMII. Além de melhorar o suporte do arco longitudinal medial.

Descritores: Membros inferiores; Pé; Revisão; Treino de resistência; Ferimentos e lesões.

ABSTRACT

Introduction: Intrinsic muscles are the main stabilizers of the foot and contribute to the maintenance of normal mechanics of the median longitudinal arch. A failure in this structure was associated with several injuries of the lower limb. **Objectives:** To conduct a systematic review to analyze whether changes in intrinsic foot muscles affect lower limb injuries. Search strategy: A literature search using the following databases: National Library of Medicine (MEDLINE-PubMed), Scopus, Web of Science, PEDRO, SportDiscus and Cochrane. **SELECTION CRITERIA:** Clinical trials of patients with injuries to the lower limb with alterations in the intrinsic musculature of the foot. **Results:** A total of 956 studies were authorized, with only 4 included in the inclusion of the present study. **Conclusion:** The strengthening of the intrinsic muscles of the foot demonstrated better benefits of pain and capacity of patients with lower limb injuries. In addition to improving the support of the medial longitudinal arch.

Key-works: Lower Extremity; Foot; Review; Resistance training; Wounds and Injuries; Pain.

1. INTRODUÇÃO

Os músculos intrínsecos (MIP) são os principais estabilizadores do pé e contribuem para a manutenção da mecânica normal do arco longitudinal medial (ALM). Uma falha nessa estrutura, pode levar a pronação excessiva da articulação subtalar, estando relacionado a diversas lesões nos membros inferiores (MMII), destacando as lesões no pé, tornozelo e joelho. (Franco, 1987, Wong, et al. 2007; Lambers, et al. 2012, McKeon, et al. 2013). Os MIP são parte integrante dos subsistemas passivos, ativos e neurais que compõem o núcleo da articulação do tornozelo/pé e sua insuficiência foi associado a lesões como fascite plantar e estresse iliotibial. (Pohl, et al.2009, Newman, J, et al. 2013, McKeon, et al. 2013, Schwartz En. 2014,).

Segundo Kelly, et al. (2014), relatam que os músculos intrínsecos do pé respondem de maneiras diferentes nas fases da marcha, postura bipodal estática e durante o equilíbrio corporal. O fortalecimento dessa musculatura, demonstrou melhoras significativas no alinhamento estático e manutenção do arco longitudinal medial, além de diminuir as forças de reação ao solo, sugerindo sua importância nas intervenções de reabilitação e relacionadas ao alinhamento dos MMII. (Fourchet F e Gojanovic B, 2016, Okamura, et al. 2019, Sulowska, et al. 2019). Ainda de acordo com McKeon et al. (2013) o fortalecimento desses músculos é realizado principalmente através de dois exercícios visualizados amplamente na literatura: o exercício de short foot e o exercício de rosca de dedos, ou flexão dos dedos (enrolar toalha).

Chang e colaboradores (2012) visualizaram uma redução do volume muscular dos MIP, em especial o abductor longo do hálux, em pacientes com fascite plantar (FP) unilateral, indicando uma forte relação com o surgimento e desenvolvimento das dores nestes pacientes. Em vista disso, diversos estudos demonstraram que a adição do fortalecimento dos músculos intrínsecos do pé no tratamento de patologias como FP e osteoartrite do joelho (OA) evidenciaram melhora da dor, funcionalidade e equilíbrio dinâmico dos pacientes quando

comparados com grupos controles sem a intervenção de exercícios de força para os MIP. (Mølgaard, et al. 2017, Kamonseki DH, et al. 2015, Kamalakannan et al. 2019).

A importância dos MIP para a estabilidade do pé é muito discutida na literatura atual, entretanto, são escassas pesquisas que expliquem biomecanicamente como a insuficiência, destes músculos, influenciam no aumento da sobrecarga articular e no surgimento das lesões dos MMII. Paralelamente, as informações deste estudo preenchem lacunas clínicas/científicas, promovendo melhorias nas intervenções fisioterapêuticas destes enigmáticos e negligenciados músculos, além de sua relação com os desequilíbrios posturais ascendentes. Dessa forma, o objetivo primário desse estudo é revisar sistematicamente a literatura para determinar a influência da musculatura intrínseca do pé na dor e funcionalidade em pacientes com lesões dos MMII e secundariamente, definir os efeitos biomecânicos do fortalecimento dos MIP.

2. MATERIAL AND MÉTODOS

Este estudo foi realizado seguindo o protocolo metodológico do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* e complementada por orientações do *Cochrane Collaboration Handbook*.

A elaboração da pergunta de pesquisa foi realizada a partir do monograma PICO, em que: P – população, paciente ou problema, I – fenômeno de interesse ou intervenção, C – contexto ou comparação e O – desfecho. Tal estratégia foi utilizada para permitir a resolução da questão clínica de pesquisa e otimizar a recuperação de evidências nas bases de dados. Nesse estudo, foi formulada a pergunta: Será que alterações da musculatura intrínseca do pé influenciam nas lesões de MMII? Obedecendo aos critérios, P – pacientes com lesões de MMII; I – Tratamento para minimizar alterações na musculatura intrínseca de pé; C – Tratamento somente no foco da lesão; O – Alterações da musculatura intrínseca do pé influenciam nas lesões de MMII, nos aspectos dor, mobilidade, flexibilidade, força e resistência

Estratégia de busca

Seis bancos de dados foram utilizados para procurar artigos apropriados que cumprissem o objetivo deste estudo. Entre eles, a Biblioteca Nacional de Medicina (MEDLINE-PubMed), Scopus, Web of Science, PEDRO, SportDiscus e Cochrane, usando diferentes combinações das seguintes palavras-chave: "*short foot*", "*abductor hallucis muscle*", "*flexor digitorum brevis*", "*quadratus plantae*", "*foot core*", "*intrinsic foot muscle*", "*medial longitudinal arch*", "*ankle injuries*", "*foot*", "*fasciitis plantar*", "*joint instability ankle*", "*fractures, avulsion*", "*Achilles' tendon pain*", "*hallux valgus*", "*metatarsalgia*", "*fractures, stress*", "*medial tibial stress syndrome*", "*overuse injuries*", "*injury lower extremity*", "*treatment, foot stiffness*", "*patellofomoral pain*", "*pain anterior knee*", "*knee*", "*anterior cruciate ligament*", "*iliotibial band syndrome*", "*chondromalacia patellae*", "*tendinopathy*", "*arthritis*", "*osteoarthritis*", "*joint diseases*", "*tibial meniscus injuries*", "*knee joint, treatment*", "*hip*", "*pubic symphysis diastasis*", "*bursitis femur*", "*piriformis muscle syndrome*", "*femoracetabular impingement, treatment*", "*low back pain*", "*low back*", "*chronic low back pain*", "*treatment low back pain*", "*muscle strength*", "*strength*", "*exercise therapy*", "*clinical protocols, treatment*".

As bases de dados foram pesquisadas nos estudos realizados até agosto de 2019. A estratégia de pesquisa foi elaborada para identificar ensaios clínicos com pacientes com lesões/patologias nos MMII e que apresentassem protocolo de tratamento voltado para os MIP. Trabalhos adicionais foram incluídos no presente estudo após análise de todas as referências dos artigos selecionados (busca manual). Não houve contato com os investigadores nem tentativa de identificar dados não publicados.

Seleção de estudos

Todos os títulos de busca eletrônica, resumos selecionados e artigos em texto completo foram revisados de forma independente por um mínimo de dois revisores (J.C.M.M. / L.M.C.).

Discordâncias sobre os critérios de inclusão / exclusão foram resolvidas através de um consenso. Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: ensaios clínicos randomizados com intervenções no fortalecimento dos MIP, em humanos, com patologias nos MMII. Os estudos foram excluídos de acordo com os seguintes critérios de exclusão: estudos que não se enquadravam nas características acima, artigos de revisão, metaanálise, resumos, anais de congressos, editoriais / cartas, relatos de casos (Tabela 1).

Extração de dados e Avaliação de risco de viés

Os dados foram extraídos por um revisor usando formulários padronizados e verificados por um segundo revisor. Todos os estudos foram extraídos da seguinte informação: Desenho do estudo; População (n); Gênero/Idade média (em anos); Articulação pesquisada; Patologia pesquisada; Controle postural/ Controle Motor/Equilíbrio; Alterações biomecânicas; Métodos avaliativos; Intervenção; Conclusões; Dois estudos foram excluídos da metaanálise por não apresentarem os métodos avaliativos e resultados comuns para a mensuração dos dados.

O risco de viés foi avaliado de acordo com as diretrizes da Cochrane para ensaios clínicos randomizados. Foram avaliados sete domínios para avaliação: geração de sequência e ocultação de alocação (viés de seleção), cegamento de participantes e pesquisadores (viés de desempenho), avaliação de resultado (viés de detecção), dados de resultado incompletos (viés de atrito), relatório de resultado seletivo (viés de relatório) e outras fontes potenciais de viés. O risco de viés foi classificado como baixo, incerto ou alto de acordo com os critérios estabelecidos.

3. RESULTADOS

Seleção de estudos

O processo seguido para a seleção dos artigos é apresentado na Figura 1. Foram encontrados: 15 artigos no SCOPUS, 6 no WEB OF SCIENCE, 315 no PubMed, 11 no

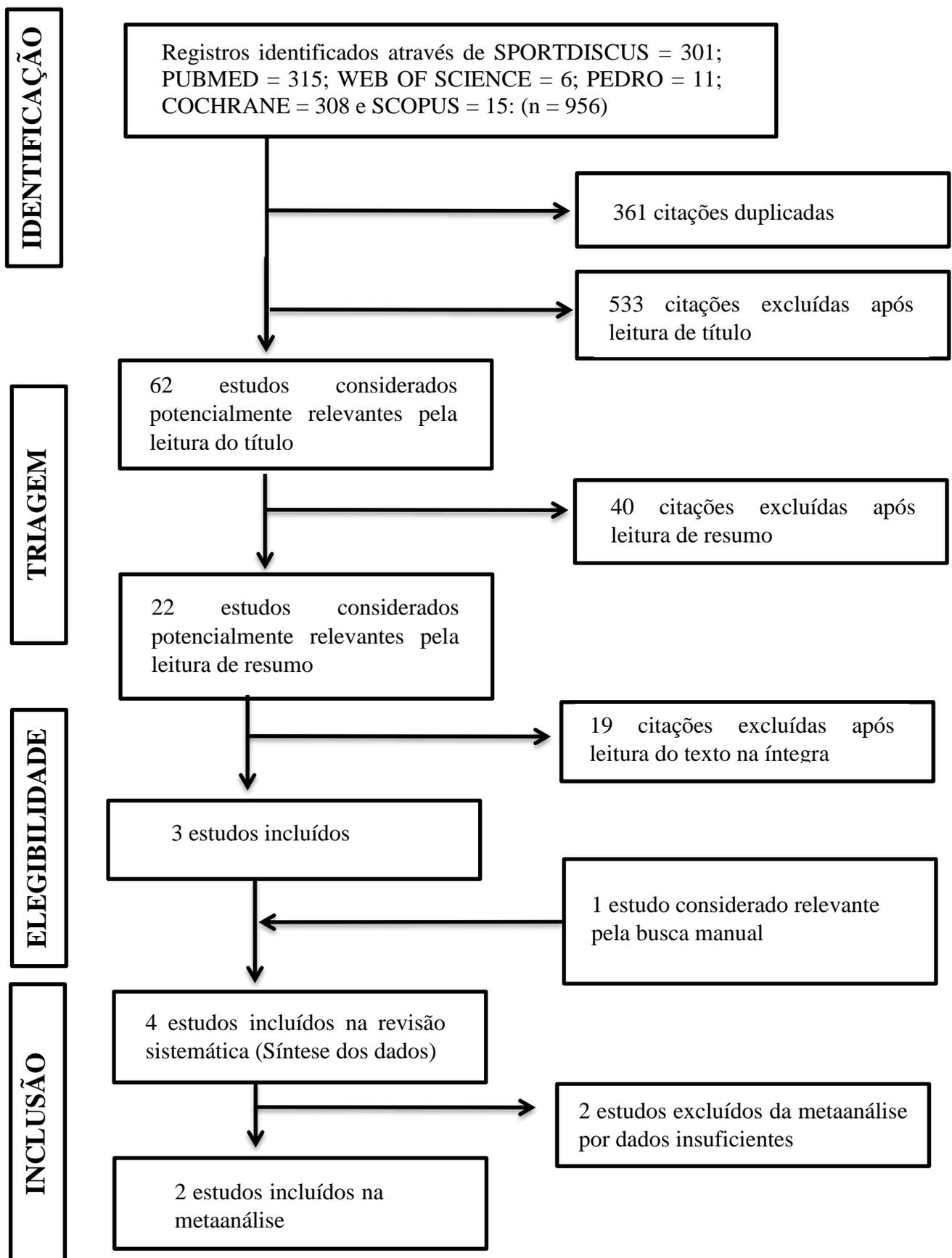


Figura 1: Fluxograma para busca e triagem de literatura

PEDRO, 301 no SportDiscus, 308 na Cochrane, ficando um total de 956 artigos. Após a exclusão dos artigos duplicados, procedeu-se à leitura de 595 títulos e resumos. Foram selecionados 22 artigos para leitura completa.

Após a exclusão das duplicatas, das cartas ao leitor, dos estudos de caso, dos artigos que não estavam em inglês, espanhol ou português ou cujo tema não incluiu a abordagem deste estudo, restaram 4 artigos. Houve um alto nível de concordância em relação à inclusão / exclusão entre os pesquisadores que examinaram os artigos selecionados (índice Kappa > 80%).

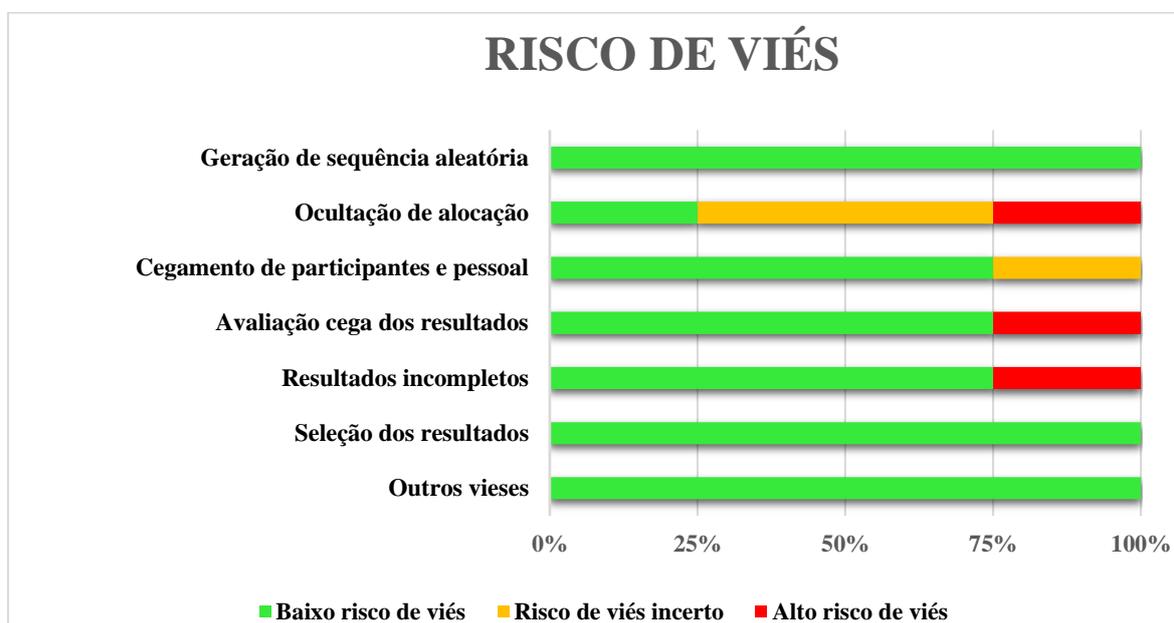
Os efeitos do tratamento foram definidos como diferença média padronizada (SMD) com intervalos de confiança de 95% (CIs). Média e desvio padrão (SD) foram obtidos para cada grupo de estudo e o resultado de interesse foi usado para calcular os tamanhos dos efeitos. O método “DerSimonian e Laird” foi utilizado para produzir um modelo de efeitos aleatórios, assumindo heterogeneidade nos estudos. A magnitude do tamanho do efeito da intervenção foi avaliada usando o método de Cohen, onde um SMD > 0,2–0,5 indica um tamanho de efeito pequeno, um DMP > 0,5-0,8 indica um tamanho de efeito moderado e um DMP > 0,8 indica um tamanho de efeito grande.

O *forest plot* foi usado para representar graficamente os tamanhos dos efeitos e o CI de 95%. Um p bicaudal < 0,05 foi utilizado para determinar a significância. A heterogeneidade estatística foi avaliada pelo teste Cochran Q e quantificada pelo índice I². Uma análise de subgrupo foi realizada de acordo com o marcador analisado. Todas as análises foram realizadas usando o Review Manager 5.3.

Risco de viés

Todos os artigos incluídos (4) na presente revisão sistemática foram analisados seguindo as diretrizes da Cochrane para ensaios clínicos randomizados por dois

avaliadores para qualificar quanto ao risco de viés que as metodologias de seus estudos apresentavam. O resultado dessa avaliação é demonstrado no Quadro 2.



Quadro 1: Gráfico de risco de viés: Análise do julgamento dos avaliadores sobre cada item de risco de viés apresentado como porcentagem em todos os estudos incluídos.

No quadro 1, podemos visualizar a pontuação total dos artigos incluídos na revisão sistemática em relação a cada domínio dos riscos de viés. Em relação do domínio de geração de sequência aleatória, 100% dos artigos pontuaram com baixo risco de viés. Em relação a ocultação de alocação, 25% dos artigos pontuaram com baixo risco de viés, 50% com incerto risco e os outros 25% com alto risco de viés. Em relação ao cegamento, de participantes e pessoal, 75% dos artigos pontuaram com baixo risco e 25% com incerto risco. Tanto na avaliação cega dos resultados como, resultados incompletos, 75% dos artigos pontuaram com baixo risco, enquanto que 25% deles pontuaram com alto risco para ambos domínios. Por fim, 100% dos artigos pontuou com baixo risco de viés nos domínios: Critérios de seleção dos resultados e outros vieses.

	Geração de sequência aleatória (viés de seleção)	Ocultação de alocação (viés de seleção)	Cegamento dos participantes e pessoal (viés de desempenho)	Avaliação cega dos resultados (viés de detecção)	Resultados incompletos	Seleção dos resultados (viés de relatório)	Outros viés
Chung et al. 2016	+	-	+	+	-	+	+
Kamalakanan et al. 2018	+	?	+	-	+	+	+
Kamonseki et al. 2015	+	?	?	+	+	+	+
Mogaard et al. 2017	+	+	+	+	+	+	+

Quadro 2: Resumo do risco de viés: análise os julgamentos dos avaliadores sobre cada item de risco de viés para cada estudo incluído.

Características do estudo

Todos os estudos incluídos, nesta revisão sistemática, foram ensaios clínicos randomizados aleatorizados desenvolvidos entre os anos de 2015 a 2018, em 4 diferentes países: Índia (1), Brasil (1), Dinamarca (1) e Coréia do Sul (1).

Um total de 193 pacientes foram incluídos nessa revisão, considerando todos os estudos analisados. A população e a média de idade de cada estudo variaram, com valores entre 30 a 83 voluntários e 21 e 41 anos, respectivamente. Em relação aos gêneros os resultados demonstraram que todos os estudos apresentavam indivíduos de ambos os sexos, entretanto, um artigo não especificou esta variável.

Quadro 3: Características dos estudos com foco no fortalecimento dos MIP

Autores, Ano, País	População (n)	Gênero / Média de idade	Músculos intrínsecos do pé	Articulação pesquisada	Patologia pesquisada	Controle postural / controle motor / equilíbrio	Alterações biomecânicas	Métodos avaliativos	Intervenção (Fortalecimento dos MIP)	Conclusão
Kamalakanan et al., 2018, Índia	40 P	Não descrito	MIP	Joelho	Osteoartrite no compartimento medial de joelho	Teste de queda do navicular	Pronação excessiva do pé. Valgo dinâmico de joelho.	Teste de queda do navicular. <i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Exercício: Short Foot Fortalecimento ISOMETRICO Rep: 15x por sessão S: 1 F: 5x/sem D: 3 sem TD: 3s TC: 6s	O grupo que recebeu os exercícios para o <i>short foot</i> , obteve resultados mais significativos na melhora da dor e funcionalidade em indivíduos com osteoartrite no compartimento medial do joelho.
Kamoneski et al., 2015, Brasil	83 P	66 F 17 M 22 anos	MIP	Tornozelo	Fascite Plantar	<i>Star balance</i>	Estabilidade e equilíbrio dos MMII	Teste de Equilíbrio de Excursão Estelar Escala visual analógica (EVA) <i>Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)</i>	Exercício: Short Foot Fortalecimento ISOTÔNICO Rep: 15 rep S: 3 F: 2x/sem D: 8 sem Resis: 1-2 kg	Todos os grupos melhoraram em relação aos domínios de: Dor; Atividades da vida diária e qualidade de vida, medidas pelo FAOS. Melhorias significativas foram visualizadas nas pontuações do <i>Star Balance</i> . Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos: alongamento (GA); Exercícios para os MIP (GB) e Exercícios para os MIP e quadril (GC).
Mølgaard et al., 2017, Dinamarca	40 P	28 F 12 M 31,2 anos	MIP + Gastrocnêmio	Joelho	Dor femoropatelar.	Teste de queda do navicular	Pronação excessiva do tornozelo.	Teste de queda do navicular. <i>Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)</i>	Exercício: Short foot Fortalecimento ISOTÔNICO Rep: 15-20 S: 3 F: 3x/sem D: 12 sem	A adição de exercícios direcionados ao pé, aliado ao uso de órteses para os pés em intervenções direcionadas ao joelho, por 12 semanas foi mais eficaz do que exercícios direcionados isoladamente ao joelho em indivíduos com a síndrome da dor femoropatelar.
Chung et al., 2016, Coreia do Sul	30 P	15 M 15 F 21,76 anos	MIP	Tornozelo	Entorse crônica do tornozelo	Teste de queda do navicular	Pronação excessiva do tornozelo.	Instabilidade do tornozelo de Cumberland (CAIT) Teste de queda do navicular	Exercício: Short Foot + Rosca de dedos Fortalecimento ISOTÔNICO Rep: 20-25 rep S: 3 F: 3x/sem D: 4 sem	Os exercícios para o <i>short foot</i> são mais eficazes no treinamento dos músculos intrínsecos do pé em relação aos exercícios de rosca de dedos para pacientes com entorse crônica no tornozelo. Além disso, demonstraram melhores resultados para proporcionar estabilidade de tornozelo.

Abreviação: ECR: Ensaio clínico randomizado; M: Masculino; F: Feminino; MIP: Músculos intrínsecos do pé; P: Pacientes; TD: Tempo de descanso; TC: Tempo de contração; Rep: Repetições; S: Séries; F: Frequência; D: Duração;

Articulação e Patologias

Os resultados demonstraram que apenas 4 estudos realizaram o fortalecimento dos MIP em indivíduos com lesões dos MMII. Em relação as articulações, as mais acometidas foram: Joelho (2) e tornozelo (2). De acordo com a patologia, foi visualizado grande variabilidade entre os estudos. As patologias encontradas no presente estudo foram: Fascite plantar (1), entorse crônica de tornozelo (1), osteoartrite de joelho (1) e dor femoropatelar (1).

Avaliações Funcionais Subjetivas

Foi observado nos resultados a ausência da aplicabilidade de instrumentos para avaliação da funcionalidade e dor comum em todos os estudos. Diferentemente, visualizou-se grande heterogeneidade das ferramentas utilizadas: *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (1) (WOMAC), *Foot and Ankle Outcome Score* (1) (FAOS), *Knee and Osteoarthritis Outcome Score* (1) (KOOS), *Instabilidade do tornozelo de Cumberland* (1) (CAIT), Escala Visual Analógica (1) (EVA).

Avaliação Funcional Objetiva

O teste de queda do navicular foi o método mais utilizado nas avaliações pré e pós intervenção, equivalendo 3 (75%) dos estudos. Apenas uma única pesquisa utilizou o Star Excursion Balance Test como método de investigação da funcionalidade.

Fortalecimento dos MIP

Os resultados do presente estudo demonstraram que o fortalecimento dos MIP promoveram 100% de efetividade na melhora da dor e funcionalidade em todos os desfechos dos estudos desta revisão medidas pelos questionários aplicados nas respectivas metodologias, independente da patologia pesquisada. Setenta e cinco por

cento dos estudos foi observado que o fortalecimento dos MIP foi capaz de promover mudanças biomecânicas, especificamente no aumento da altura do arco longitudinal medial dos pés medida pelo teste de queda do navicular.

Foi visualizado apenas dois tipos específicos de fortalecimento dos MIP, nestes estudos: exercícios de short foot e rosca de dedos com 75% e 25%, respectivamente. O tempo de duração do tratamento foi entre 3 e 12 semanas, e, a quantidade de atendimentos realizados semanalmente foram: um estudo (5), em duas pesquisas (3) e em um estudo foram realizados apenas dois atendimentos por semana. Em relação a carga, apenas um estudo utilizou adição de carga com halteres de 1kg e 2kg, o restante (3), alteração o posicionamento, realizando o exercício inicialmente sentado e progredindo para em pé.

Exercícios em outras articulações associados ao fortalecimento dos MIP foi realizado em 75% dos estudos, sendo joelho (2), quadril (1). Os demais recursos fisioterapêuticos utilizados foram: Eletroterapia (1), órteses (1), alongamento (2).

O efeito do fortalecimento dos MIP melhorou a altura do ALM nos dois estudos incluídos na metaanálise (Diferença média padronizada: (DMP): -1,51[-2,33 a -0,69] e -1,61 [-2,34 a -0,89], obtendo um total de -1,57[-2,11 a -1,02]; com o IC: 95%. A heterogeneidade: $Tau^2=0,00$; $Chi^2 = 0,03$; $Df= 1$ ($P= 0,85$); $I^2 = 0\%$. O teste de efeito geral (Z): 5,65 ($P<0,00001$) em comparação ao controle. Figura 2.

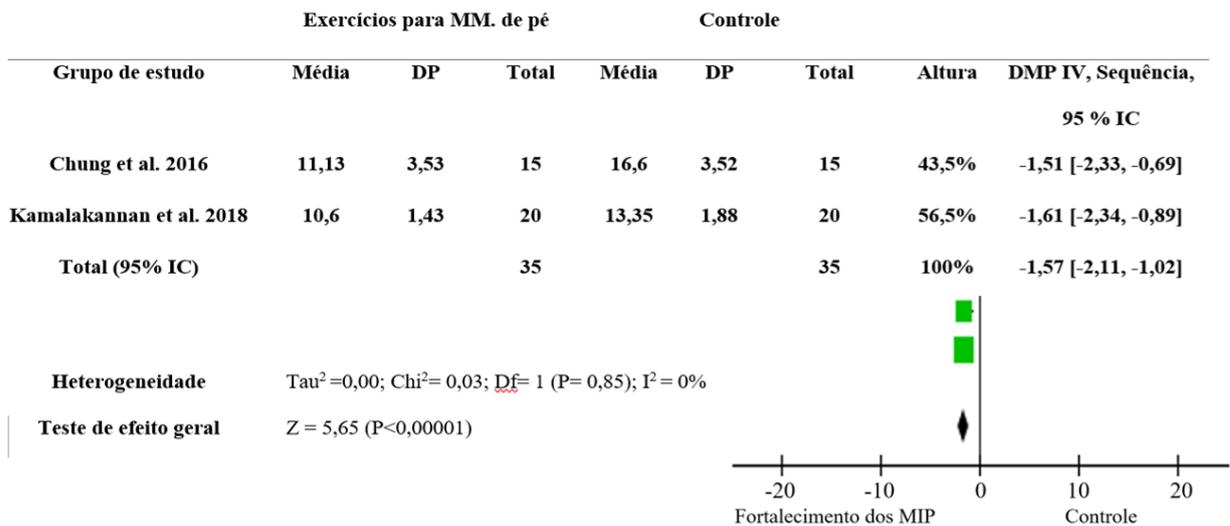


Figura 2: Forest plot do efeito do fortalecimento dos MIP em comparação com grupo controle, em relação a altura do ALM.

4. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que existe forte influência do fortalecimento dos músculos intrínsecos do pé na melhora da mecânica articular do tornozelo e conseqüentemente do membro inferior. Essas características podem estar relacionadas ao um bom alinhamento gerado pela ação adequada destes músculos, possibilitando a articulação do tornozelo desenvolver menores sobrecargas nos segmentos ascendentes dos MMII. Sulowska e colaboradores (2016) demonstraram uma diminuição significativa da pronação excessiva do pé em corredores saudáveis que receberam o fortalecimento dos MIP. Estes exercícios melhoraram a qualidade e o padrão de movimento, reduzindo o risco de lesões. Okamura et al. (2017) demonstraram que os MIP quando estimulados eletricamente, reduzem a força de impacto com o solo e melhorando sua força de transmissão durante a marcha.

Curiosamente, Tong e colaboradores (2013) conduziram um estudo que demonstrou significativa associação entre altura do arco plantar e o desenvolvimento de patologias. Concluindo que o alinhamento neutro da articulação do tornozelo é a condição menos lesiva para o surgimento de patologias nos MMII.

Interessantemente, os resultados do presente estudo demonstraram que o fortalecimento dos MIP promoveram efetivas melhorias algicas e funcionais medidas através dos questionários e da escala visual analógica da dor, em cem por cento das patologias pesquisadas, independente destas se encontrarem em articulações proximais e/ou distais a localização destes músculos. Este fato pode ser justificado pela a presença das relações de interdependência regionais nos MMII, no qual o fortalecimento dos MIP aparentam promover melhora da condição geral das patologias, diminuindo compensações biomecânicas que produzem efeitos lesivos em estruturas articulares que são ricamente inervadas.

Todos os estudos incluídos nessa revisão sistemática utilizaram questionários como instrumentos para avaliar a melhora da dor e sintomatologia dos pacientes analisados. Em todos os estudos, esses *scores* demonstraram melhoras significativas. Diversos estudos demonstram que o exercício físico ou terapêutico altera limiares sensitivos de dor. (Sluka, et al. 2018). Fingleton e colaboradores (2017) demonstraram que indivíduos treinados com exercícios aeróbicos e isométricos, aumentaram seus limiares de dor por pressão após a atividade física.

Powers (2010) e Fukuda (2010) afirmam que alterações biomecânicas articulares podem alterar a sobrecarga, em articulações subjacentes, predispondo a lesões. Concomitantemente, Nakagawa (2012), Steinberg (2017) e Wyndow et al. (2018) em seus estudos avaliaram a força dos rotadores externos e abdutores do quadril, assim como a pronação da articulação subtalar e a mobilidade da dorsiflexão do tornozelo em voluntários com dor femorpatelar (DFP), logo observaram uma forte relação entre a alteração destas variáveis e a presença da DFP.

Em seguida, McCann et al. (2018) avaliou 60 pacientes, divididos em três grupos: controles (saudáveis), voluntários com entorse lateral aguda e um outro com instabilidade crônica de tornozelo, no qual foram avaliadas as variáveis cinéticas do salto e a força

isométrica dos músculos do quadril. Foi visualizado uma redução significativa da força destes músculos em pacientes com instabilidade crônica de tornozelo.

Em relação a quantidade semanas realizadas para o fortalecimento destes músculos foi observado uma alta heterogeneidade entre os estudos, mas com forte efetividade no resultado final de todos. Esse resultado demonstra a importância do mínimo estímulo de força para estes músculos podem ser capazes de gerar interessantes resultados funcionais. Diversos estudos demonstram como os exercícios resistidos apresentam melhoras significativamente o contexto reabilitacional. Jeon (2015), Fukuchi (2016) e Smith (2018) observaram que protocolos de exercícios de força são capazes de melhorar variáveis como função, biomecânica, força e estabilidade em indivíduos saudáveis e/ou com lesões.

Paralelamente, Okamura e colaboradores (2019) e Mulligan e Cook (2013) demonstraram que um programa de fortalecimento dos MIP de 04 e 08 semanas, aumentaram a estabilidade da articulação subtalar durante as atividades dinâmicas e na marcha. Resultados parecidos foram encontrados nos estudos de Hashimoto (2014) e Eunsang Lee (2018), que visualizaram que o fortalecimento dos MIP, durante 8 semanas, demonstrou melhoras na estabilidade, equilíbrio e propriocepção do tornozelo. Por outro lado, Guizelini (2018) no seu estudo observou que protocolos de fortalecimento com menos de 4 semanas, não promovem ganhos de força significativos em indivíduos saudáveis.

Foi observado em nosso estudo, que a maioria dos trabalhos incluídos nessa revisão utilizaram os exercícios de short foot para o fortalecimento dos MIP. Esses músculos possivelmente estão relacionados ao controle postural da articulação do tornozelo. O fortalecimento adequado desse sistema, além da escolha do exercício são fatores determinantes desse protocolo. Lee et al. (2016) e Eunsang Lee (2018) demonstraram que o exercício de short foot é o mais eficaz no treinamento dos MIP em relação ao exercício de rosca de dedos, anteriormente utilizado para o fortalecimento dessa musculatura. Esse

resultado foi visualizado também em um dos estudos incluídos nessa revisão.

Foi observado que o teste de queda do navicular foi utilizado como método objetivo de funcionalidade em setenta e cinco por cento dos estudos. Esse fato pode ser explicado por sua fácil aplicabilidade clínica, além de ser um teste válido e confiável, como confirmado no estudo de Sabino et al. (2012) para a predição de algumas lesões nos MMII. Cheung (2016), Kamalakannan (2018), McKeon, et al. (2013) relataram importância dos MIP na estabilidade do pé e no suporte do ALM.

Seguidamente, Allen (2000), Reinking (2017) e Escobar et al. (2018) em seus estudos afirmam que este teste positivo pode influenciar no mal alinhamento da articulação subtalar e alterar biomecanicamente todo o membro, causando lesões. Contrariamente, algumas pesquisas relataram não existir uma relação de causa e efeito da queda do navicular com a incidência de lesões dos MMII e que na verdade, existiriam fatores bem mais determinantes para o surgimento das patologias. (Nakhaee, et al. 2008; Hubbard, et al. 2009; Yagi, et al. 2012;).

5. CONCLUSÃO

Dessa forma, podemos concluir que o fortalecimento dos MIP causa melhoras da dor e funcionalidade em pacientes com lesões dos MMII. Paralelamente o fortalecimento dos MIP, causa a diminuição da queda do navicular, proporcionando o alinhamento biomecânico da articulação subtalar que repercute na qualidade funcional das articulações ascendentes do membro inferior. Alguns dos artigos incluídos nessa revisão, apresentam falhas metodológicas. Ensaio clínico randomizado mais bem desenhado deve ser realizado para determinar como essa musculatura pode alterar a biomecânica dos MMII.

REFERÊNCIAS

Franco, A. H. (1987). *Pes Cavus and Pes Planus. Physical Therapy*, 67(5), 688–694. doi:10.1093/ptj/67.5.688.

Wong, Y. S. (2007). *Influence of the Abductor Hallucis Muscle on the Medial Arch of the Foot: A Kinematic and Anatomical Cadaver Study. Foot & Ankle International*, 28(5), 617–620. doi:10.3113/fai.2007.0617

Lambers, K., Ootes, D., & Ring, D. (2011). *Incidence of Patients with Lower Extremity Injuries Presenting to US Emergency Departments by Anatomic Region, Disease Category, and Age. Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 470(1), 284–290. doi:10.1007/s11999-011-1982-z

McKeon, P. O., Hertel, J., Bramble, D., & Davis, I. (2014). *The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 290–290. doi:10.1136/bjsports-2013-092690

Pohl, M. B., Hamill, J., & Davis, I. S. (2009). *Biomechanical and Anatomic Factors Associated with a History of Plantar Fasciitis in Female Runners. Clinical Journal of Sport Medicine*, 19(5), 372–376. doi:10.1097/jsm.0b013e3181b8c270

Newman, P., Witchalls, J., Waddington, G., & Adams, R. (2013). *Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. Open Access Journal of Sports Medicine*, 229. doi:10.2147/oajsm.s39331.

Schwartz, E. (2014). *Plantar Fasciitis: A Concise Review. The Permanente Journal*, e105–e107. doi:10.7812/tpp/13-113

Kelly, L. A., Cresswell, A. G., Racinais, S., Whiteley, R., & Lichtwark, G. (2014). *Intrinsic foot muscles have the capacity to control deformation of the longitudinal arch. Journal of The Royal Society Interface*, 11(93), 20131188–20131188. doi:10.1098/rsif.2013.1188

Fourchet F, Gojanovic B. *Foot core strengthening: relevance in injury prevention and rehabilitation for runners. Swiss Sports & Exercise Medicine*. 2016; 64 (1): 26–30.

Okamura, K., Fukuda, K., Oki, S., Ono, T., Tanaka, S., & Kanai, S. (2019). *Effects of plantar intrinsic foot muscle strengthening exercise on static and*

dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus. *Gait & Posture*. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.09.030

Sulowska, I., Mika, A., Oleksy, Ł., & Stolarczyk, A. (2019). ***The Influence of Plantar Short Foot Muscle Exercises on the Lower Extremity Muscle Strength and Power in Proximal Segments of the Kinematic Chain in Long-Distance Runners.*** *BioMed Research International*, 2019, 1–11. doi:10.1155/2019/6947273

Chang, R., Kent-Braun, J. A., & Hamill, J. (2012). ***Use of MRI for volume estimation of tibialis posterior and plantar intrinsic foot muscles in healthy and chronic plantar fasciitis limbs.*** *Clinical Biomechanics*, 27(5), 500–505. doi:10.1016/j.clinbiomech.2011.11.007

Mølgaard, C. M., Rathleff, M. S., Andreassen, J., Christensen, M., Lundbye-Christensen, S., Simonsen, O., & Kaalund, S. (2018). ***Foot exercises and foot orthoses are more effective than knee focused exercises in individuals with patellofemoral pain.*** *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(1), 10–15. doi:10.1016/j.jsams.2017.05.019

Kamonseki, D. H., Gonçalves, G. A., Yi, L. C., & Júnior, I. L. (2016). ***Effect of stretching with and without muscle strengthening exercises for the foot and hip in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled single-blind clinical trial.*** *Manual Therapy*, 23, 76–82. doi:10.1016/j.math.2015.10.006

Kamalakannan, M. and Soubhagya, V.S. and Angelkanipreethi, H. and Gifta, A., ***Efficacy of short foot exercise on medial compartment osteoarthritis knee among subjects with overpronated foot.*** *Drug Invention Today*. V. 11. P - 166-169. 2019.

Sulowska, I., Oleksy, Ł., Mika, A., Bylina, D., & Sołtan, J. (2016). ***The Influence of Plantar Short Foot Muscle Exercises on Foot Posture and Fundamental Movement Patterns in Long-Distance Runners, a Non-Randomized, Non-Blinded Clinical Trial.*** *PLOS ONE*, 11(6), e0157917. doi:10.1371/journal.pone.0157917

Okamura, K., Kanai, S., Hasegawa, M., Otsuka, A., & Oki, S. (2017). ***The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot dynamics during gait.*** *The Foot*, 34, 1–5. doi:10.1016/j.foot.2017.08.002

Tong, J. W. K., & Kong, P. W. (2013). ***Association Between Foot Type and Lower Extremity Injuries: Systematic Literature Review With Meta-analysis.*** *Journal*

of *Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(10), 700–714. doi:10.2519/jospt.2013.4225.

Sluka, K. A., Frey-Law, L., & Hoeger Bement, M. (2018). *Exercise-induced pain and analgesia? Underlying mechanisms and clinical translation*. *PAIN*, 159, S91–S97. doi:10.1097/j.pain.0000000000001235

Fingleton, C., Smart, K. M., & Doody, C. M. (2017). **Exercise-induced Hypoalgesia in People With Knee Osteoarthritis With Normal and Abnormal Conditioned Pain Modulation**. *The Clinical Journal of Pain*, 33(5), 395–404. doi:10.1097/ajp.0000000000000418

Powers, C. M. (2010). *The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51. doi:10.2519/jospt.2010.3337

Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhaes E, Bryk FF, Lucareli PR, de Almeida Aparecida Carvalho N. *Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial*. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010; 40: 736–742. doi: 10.2519/jospt.2010.3246.

Nakagawa, T. H., Moriya, É. T. U., Maciel, C. D., & Serrão, F. V. (2012). *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*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(6), 491–501. doi:10.2519/jospt.2012.3987

Steinberg, N., Tenenbaum, S., Hershkovitz, I., Zeev, A., & Siev-Ner, I. (2017). *Lower extremity and spine characteristics in young dancers with and without patellofemoral pain*. *Research in Sports Medicine*, 25(2), 166–180. doi:10.1080/15438627.2017.1282355

Wyndow N, Collins NJ, Vicenzino B, Tucker K, Crossley KM. *Foot and ankle characteristics and dynamic knee valgus in individuals with patellofemoral osteoarthritis*. *J Foot Ankle Res*. 2018;11:65. doi: 10.1186/s13047-018-0310-1

McCann, R. S., Bolding, B. A., Terada, M., Kosik, K. B., Crossett, I. D., & Gribble, P. A. (2018). *Isometric Hip Strength and Dynamic Stability of Individuals*

With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. doi:10.4085/1062-6050-238-17.

Jeon, K.-K., Kim, T.-Y., & Lee, S.-H. (2015). ***The effects of a strategic strength resistance exercise program on the isokinetic muscular function of the ankle***. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3295–3297. doi:10.1589/jpts.27.3295

Fukuchi, R. K., Stefanyshyn, D. J., Stirling, L., & Ferber, R. (2016). ***Effects of strengthening and stretching exercise programmes on kinematics and kinetics of running in older adults: a randomised controlled trial***. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1774–1781. doi:10.1080/02640414.2015.1137343

Smith, B. I., Curtis, D., & Docherty, C. L. (2018). ***Effects of Hip Strengthening on Neuromuscular Control, Hip Strength, and Self-Reported Functional Deficits in Individuals With Chronic Ankle Instability***. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(4), 364–370. doi:10.1123/jsr.2016-0143

Mulligan, E. P., & Cook, P. G. (2013). ***Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function***. *Manual Therapy*, 18(5), 425–430. doi:10.1016/j.math.2013.02.007.

Hashimoto, T., & Sakuraba, K. (2014). ***Strength Training for the Intrinsic Flexor Muscles of the Foot: Effects on Muscle Strength, the Foot Arch, and Dynamic Parameters Before and After the Training***. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 373–376. doi:10.1589/jpts.26.373

Lee, E., Cho, J., & Lee, S. (2019). ***Short-Foot Exercise Promotes Quantitative Somatosensory Function in Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial***. *Medical Science Monitor*, 25, 618–626. doi:10.12659/msm.912785

Choi A, Kwon NY, Kim K, Kim Y, Oh J, Oh HM, Park JH. ***Anatomical localization of motor points of the abductor hallucis muscle: A cadaveric study***. *Ann Rehabil Med*. 2017; 41(4):589–594. doi: 10.5535/arm.2017.41.4.589

Lee, J.-H., Cynn, H.-S., Yoon, T.-L., Choi, S.-A., & Kang, T.-W. (2016). ***Differences in the angle of the medial longitudinal arch and muscle activity of the abductor hallucis and tibialis anterior during sitting short-foot exercises between subjects with pes planus and subjects with neutral foot***. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(4), 809–815. doi:10.3233/bmr-160693.

Guizelini, P. C., de Aguiar, R. A., Denadai, B. S., Caputo, F., & Greco, C. C. (2018). *Effect of resistance training on muscle strength and rate of force development in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis*. *Experimental Gerontology*, *102*, 51–58. doi:10.1016/j.exger.2017.11.020.

Sabino, G. S., Rocha, I. C., Guimarães, C. Q., Alcântara, M. A. de, & Felício, D. C. (2012). *Análise da confiabilidade do teste clínico de queda do navicular*. *Fisioterapia Em Movimento*, *25*(2), 301–309. doi:10.1590/s0103-51502012000200007

Cheung, R. T. H., Sze, L. K. Y., Mok, N. W., & Ng, G. Y. F. (2016). *Intrinsic foot muscle volume in experienced runners with and without chronic plantar fasciitis*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*(9), 713–715. doi:10.1016/j.jsams.2015.11.004.

Allen MK, Glasoe WM. *Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury*. *J Athl Train*. 2000;35: 403-406.

Reinking, M. F., Austin, T. M., Richter, R. R., & Krieger, M. M. (2016). *Medial Tibial Stress Syndrome in Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis of Risk Factors*. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, *9*(3), 252–261. doi:10.1177/1941738116673299.

Zuil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. (2018). *Medial Longitudinal Arch: Accuracy, Reliability, and Correlation Between Navicular Drop Test and Footprint Parameters*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. doi:10.1016/j.jmpt.2018.04.001.

Nakhaee, Z., Rahimi, A., Abaee, M., Rezasoltani, A., & Kalantari, K. K. (2008). *The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners*. *The Foot*, *18*(2), 84–90. doi:10.1016/j.foot.2008.01.004

Hubbard, T. J., Carptenter, E. M., & Cordova, M. L. (2009). *Contributing Factors to Medial Tibial Stress Syndrome*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *41*(3), 490–496. doi:10.1249/mss.0b013e31818b98e6

Yagi, S., Muneta, T., & Sekiya, I. (2012). *Incidence and risk factors for medial tibial stress syndrome and tibial stress fracture in high school runners*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *21*(3), 556–563. doi:10.1007/s00167-012-2160-x.