

DOI: 10.5902/2236583439479

Análise do controle postural e da função muscular do quadril em corredores de rua

Analysis of postural control and hip muscle function in street runners

Jeanine Dalla Corte Rolim, Simone Lara, Lilian Pinto Teixeira
e Rodrigo de Souza Balk.

Como citar este artigo:

ROLIM, JEANINE D. C.; LARA, SIMONE.; TEIXEIRA, LILIAN P.; BALK, RODRIGO S. Análise do controle postural e da função muscular do quadril em corredores de rua. Revista Saúde (Sta. Maria). 2021; 47.

Autor correspondente:

Nome: Jeanine Dalla Corte Rolim
E-mail: jeaninedcrolim@hotmail.com
Telefone: (55) 3911-0200
Formação Formado em Fisioterapia pela Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, Campus Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.

Filiação Institucional: Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, Campus Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.
Endereço: BR 472, km 592, CP 118
Cidade: Uruguaiana
Estado: Rio Grande do Sul
CEP: 97500-970

Data de Submissão:
09/08/2019

Data de aceite:
08/03/2021

Conflito de Interesse: Não há conflito de interesse



RESUMO:

Objetivo: Analisar o controle postural e a função muscular do quadril em corredores de rua e identificar possíveis associações entre essas variáveis. **Métodos:** Foram incluídos 16 corredores, no qual receberam uma avaliação do equilíbrio, realizada por meio da Posturografia dinâmica computadorizada (sistema EquiTest® NeuroCom), incluindo os testes de organização sensorial, e avaliado os sistemas sensoriais responsáveis pela manutenção do equilíbrio (somatossensorial, vestibular e visual). A avaliação funcional do quadril foi realizada através dos testes funcionais para o músculo glúteo máximo e glúteo médio. **Resultados:** Os corredores de rua apresentaram déficits no controle postural em relação aos sistemas visual e vestibular. Observou-se uma correlação positiva e significativa entre o sistema somatossensorial e a função do glúteo médio, indicando uma contribuição importante dessa musculatura no controle postural desses corredores. **Conclusões:** Com base nos déficits encontrados, ressalta-se a importância da construção de programas destinados à prevenção de lesões nesses sujeitos.

PALAVRAS-CHAVE: Equilíbrio postural; Força muscular; Corrida.

ABSTRACT

Objective: To analyze postural control and hip muscle function in street runners and to identify possible associations between these variables. **Methods:** Sixteen runners were included, in which they received an evaluation of the balance, performed through computerized dynamic posturography (sistema EquiTest® NeuroCom), including sensory organization tests, and evaluated the sensory systems responsible for maintaining balance (somatosensory, vestibular and visual). Functional evaluation of the hip was performed through functional tests for the gluteus maximus and gluteus medius muscles. **Results:** The street runners presented deficits in the postural control, in relation to the visual and vestibular systems. A positive and significant correlation was observed between the somatosensory system and the function of the gluteus medius, indicating an important contribution of this musculature in the postural control of these runners. **Conclusions:** Based on the deficits found, the importance of the construction of programs for the prevention of injury in these individuals is emphasized.

KEYWORDS: Postural balance; Muscle strength; Running.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, aumentou o número de praticantes de corrida de rua, tanto amadores quanto profissionais, decorrente de sua praticidade e seu baixo custo¹. A prática regular da corrida promove vários benefícios para a saúde, contudo, apresenta uma alta prevalência de lesão, conforme apontam os dados de Borel *et al*². Nessa meta-análise, envolvendo 23 estudos e 3.786 corredores de rua recreacionais, a prevalência de lesão foi de 36,5%, no qual o joelho foi o segmento mais afetado por lesões (32,9%), e lesões musculares o tipo de lesão mais frequente (27,9%). Corroborando, Rios *et al*³ analisaram 123 corredores, e identificaram uma taxa de 21,95% de lesão, evidenciando uma alta incidência de lesões.

Assim, torna-se relevante avaliar precocemente possíveis fatores de risco, que podem estar associados ao desenvolvimento de lesão, como por exemplo, fraqueza muscular em membro inferior⁴ e alterações no controle postural⁵, a fim de poder preveni-las⁶. Estudos verificaram uma importante influência dos músculos estabilizadores do quadril nas lesões do joelho^{7, 8}. Esses autores evidenciaram que a fraqueza envolvendo a musculatura extensora, abduzora e rotadora lateral do quadril está associada com lesões no joelho, como por exemplo, a síndrome da dor patelofemoral (SDPF). Fraqueza envolvendo estas musculaturas, conhecidas como complexo pósterio-lateral do quadril⁹, podem estar relacionadas a alteração do controle do movimento dos membros inferiores⁷. Caso esses músculos não consigam desempenhar suas funções com ativação adequada durante as atividades com descarga de peso e a corrida, podem não controlar a adução e a rotação interna do quadril, resultando em um mecanismo compensatório conhecido como valgo dinâmico ou colapso medial do joelho^{7, 8}.

O controle postural é definido como a capacidade de controlar a posição do corpo no espaço para fins de estabilidade e orientação dinâmica¹⁰. Para a manutenção do equilíbrio é necessária a integração dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular, e estes conduzem as informações relacionadas com o posicionamento do corpo no espaço ao sistema nervoso central que por sua vez, gerencia estas informações e controlam a postura do corpo, tanto estática quanto dinâmica¹¹.

Com base no exposto, os objetivos do presente estudo foram analisar o controle postural e a função muscular do quadril em corredores de rua e identificar possíveis associações entre essas variáveis.

MÉTODO

Instrumentos

Os atletas foram submetidos a uma avaliação do equilíbrio postural e da função muscular do quadril por

avaliadores previamente treinados.

1 – Avaliação do controle postural: realizada através da Posturografia por plataforma dinâmica computadorizada (sistema EquiTest® - versão 4.1, *NeuroCom International, Inc*). As avaliações em uma plataforma de força como o Neurocom são descritas como avaliações quantitativas da oscilação corporal, sendo mais confiáveis com melhor precisão e potencial para detectar pequenos distúrbios do equilíbrio¹².

Para a avaliação dos sistemas responsáveis pelo controle postural foram realizados inicialmente os testes de organização sensorial (TOS), composto por seis condições. TOS 1: olhos abertos e plataforma de apoio fixa sob os pés; TOS 2: olhos fechados e plataforma de apoio fixa sob os pés; TOS 3: olhos abertos, plataforma de apoio fixa sob os pés e cabine visual oscilante; TOS 4: olhos abertos e plataforma de apoio oscilante sob os pés; TOS 5: olhos fechados e plataforma de apoio oscilante sob os pés; TOS 6: olhos abertos com cabine visual e suporte de apoio oscilante. Após, foi realizada uma análise sensorial do equilíbrio por meio da razão entre as médias de uma condição do TOS sobre a outra, assim sendo: sistema somatossensorial (TOS2/TOS1), o sistema visual (TOS4/TOS1) e o sistema vestibular (TOS5/TOS1). Valores de referência dos sistemas sensoriais para indivíduos saudáveis foram utilizados como base de comparação neste estudo¹³.

2 – Avaliação da função muscular do quadril: para a avaliação funcional do glúteo máximo foi realizada a ponte com o indivíduo é posicionado em decúbito dorsal com as mãos cruzadas no tórax, quadril e joelhos fletidos e pés apoiados. É solicitado que o voluntário coloque uma das pernas sobre um caixote (altura de 60 cm) e mantenha o joelho fletido em 20°. Em seguida, solicita que ele eleve a pelve, mantendo o outro pé sem tocar no solo, e mantendo a flexão de quadril e joelho. O atleta deve elevar a pelve até tocar a mão do terapeuta e descer ao solo. Ele deve realizar o número máximo de repetições mantendo o padrão de movimento orientado. O teste seguiu as considerações propostas por Freckleton, Cook e Pizzari¹⁴, devendo ser contado o número de repetições que o voluntário realiza em cada membro inferior. Se o indivíduo repousar no solo ou não tocar com o joelho na mão do terapeuta, ou alterar a posição do início do teste, deve ser interrompida a contagem. Para avaliar a função do glúteo médio foi orientado para o voluntário ficar na posição decúbito lateral na maca, com os braços cruzados no tronco e o membro inferior não avaliado com leve flexão de quadril e joelho. Foi solicitado para o participante realizar leve extensão do membro avaliado e após isso realizar a elevação do membro inferior no sentido do teto, até o nível indicado pela mão do avaliador. Deve ser registrado o número de repetições em cada membro avaliado, com detalhamento, sobre a partir de qual repetição as compensações começaram a surgir. Os procedimentos do teste seguiram as orientações propostas por Mendonça et al.⁶ no qual deve ser observado como compensações: rotação de tronco, flexão de quadril, flexão lateral de tronco, redução da amplitude de movimento (ADM). O parâmetro de comparação do teste é do indivíduo com ele mesmo. É importante identificar se há assimetrias entre o membro esquerdo e direito do teste.

Análise de Dados

Para a análise estatística, utilizou-se o programa SPSS, versão 20.0, com análise descritiva por meio de medidas de média e desvio padrão. Após a testagem da normalidade dos dados através do teste Shapiro-Wilk, indicou-se uma distribuição não-paramétrica. Desta forma, as diferenças de força entre o lado dominante e não-dominante foram determinadas pelo teste de Wilcoxon. Para correlação entre variáveis, foi realizada a correlação de Spearmann. Para todas as análises foi considerado um nível de significância $\leq 0,05$.

RESULTADOS

Foram incluídos 16 corredores (sendo nove do sexo masculino e sete do sexo feminino), e as demais características da amostra estão presentes na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da amostra

Variável	Corredores
N	16
Idade (anos)	42,50±9,81
Massa (Kg)	72,89±12,14
Estatura (m)	1,48±0,05

Dados apresentados por meio de média e desvio padrão (\pm DP).

Os sistemas sensoriais responsáveis pela manutenção do controle postural dos corredores estão dispostos na tabela 2. Os resultados mostraram que os corredores de rua apresentaram redução nas variáveis visual e vestibular quando comparadas aos valores de referência.

Tabela 2: Análise dos sistemas sensoriais responsáveis pela manutenção do controle postural dos corredores

Sistemas Neurais	Variáveis	Valores de referência
Somatossensorial	98,06	96,13
Visual	91,43	92,06
Vestibular	65,37	71,36

Valores expressos em percentuais (%). Valores de referência Faraldo Garcia¹³, para indivíduos saudáveis.

Quanto à função muscular de glúteo médio e máximo no quadril, não houve diferença entre o membro dominante e o não-dominante ($p>0,05$), indicando que os corredores não apresentam assimetrias importantes entre membros (tabela 3).

Tabela 3: Análise da função dos músculos do quadril em corredores

Função muscular	Membro dominante	Membro não-dominante	P
Glúteo máximo	9,68±6,26	8,68±5,43	0,48
Glúteo médio	8,93±7,25	8,12±7,67	0,45

Valores expressos por unidade (número de repetições do teste).

A fim de identificar possíveis associações entre o controle postural e a função dos músculos do quadril. Observou-se uma correlação positiva e significativa entre o sistema somatossensorial e a função do glúteo médio do membro dominante ($r=0,50$, $p=0,04$) e do membro não-dominante ($r=0,49$, $p=0,05$), as quais são apresentadas na figura 1 e 2, respectivamente. Não houve associações entre a função do glúteo máximo com o controle postural. Da mesma forma, não houve associação entre a função dos músculos glúteos com os sistemas visual e vestibular.

Figura 1: Correlação entre a função do músculo glúteo médio dominante e o sistema somatossensorial.

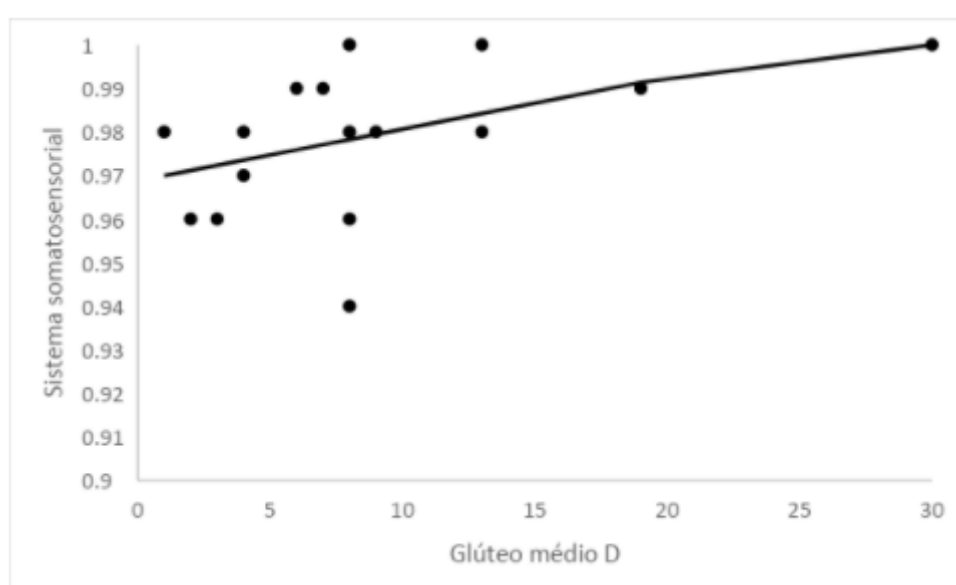
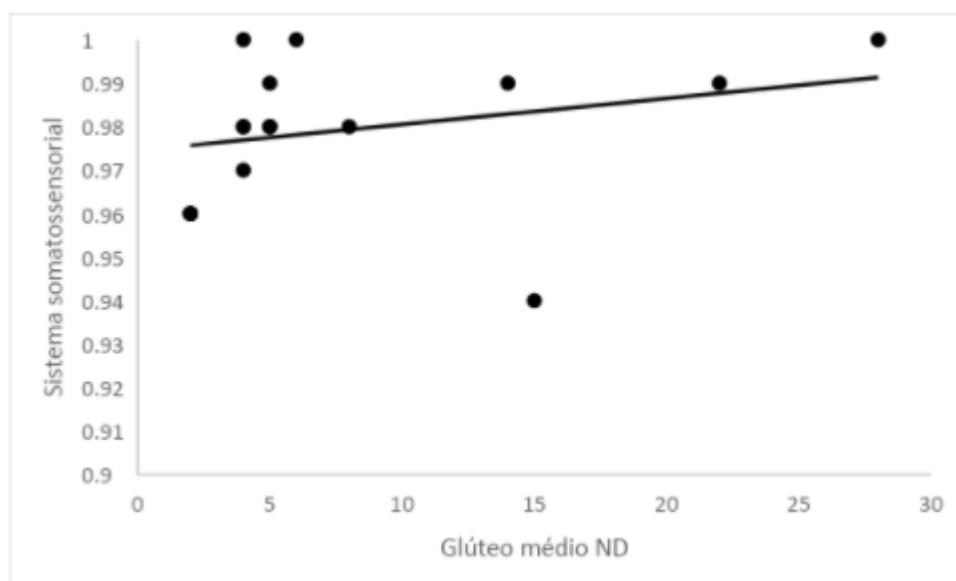


Figura 2: Correlação entre a função do músculo glúteo médio não-dominante e o sistema somatossensorial.

DISCUSSÃO

O presente estudo buscou realizar uma análise do controle postural e da função muscular do quadril em corredores de rua e verificar possíveis associações entre essas variáveis. Assim, percebemos um déficit no controle postural dos sujeitos, especialmente no que tange aos sistemas visual e vestibular.

É importante ressaltar que esses déficits podem predispor os corredores ao desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas, conforme apontam Benis *et al*¹⁵. Esses autores complementam que, entre outros fatores de risco, a falta de controle neuromuscular dos membros inferiores em atletas tem sido associada a lesões no joelho e tornozelo. As lesões podem resultar em habilidades proprioceptivas reduzidas devido a falha na reorganização sensorial. Sem a função sensório-motora adequada, o indivíduo pode apresentar uma capacidade diminuída de detectar perturbações e, portanto, de provocar respostas motoras reativas ou protetoras para evitar novas lesões¹⁶.

Os déficits de controle postural encontrados no presente estudo estão de acordo com os achados de Schmidt¹⁷, que identificou, em uma amostra de corredores de longa distância, uma significativa dependência do sistema visual e uma tendência de maior oscilação do centro de pressão no eixo X. Comparando o equilíbrio postural, relacionado à propriocepção do complexo do pé e tornozelo entre corredores e praticantes de outras modalidades esportivas, Li *et al*¹⁸ evidenciaram que os grupos de hóquei no gelo e ballet perceberam significativamente melhor a sensação de movimento passivo em inversão/eversão do que os grupos corrida e sedentários. Os autores explicam esses resultados reiterando que a melhor propriocepção do hóquei no gelo e do balé em comparação aos demais grupos pode estar associada às características de movimento peculiares destes dois esportes, cujo treinamento por si só trabalha o equilíbrio e que esta variável não é treinada durante a prática de corrida.

No atual estudo, encontramos uma relação positiva entre o sistema somatossensorial e a função do glúteo médio, e essa relação pode ser explicitada no estudo de Van Deun *et al*¹⁹. Neste trabalho, indivíduos com instabilidade crônica de tornozelo apresentaram atraso na ativação de músculos do quadril quando comparado com o grupo controle durante a realização da tarefa. Desta forma, podemos evidenciar que atrasos de ativação da musculatura glútea parecem influenciar a estabilidade e a propriocepção do tornozelo, sendo uma musculatura chave para a função adequada do controle postural.

Adicionalmente, Andrade *et al*²⁰ reiteram a associação existente entre força muscular e controle postural uma vez que descrevem que a redução da força muscular de membro inferior, que ocorre com o processo natural de envelhecimento, está associada ao prejuízo no controle postural dos sujeitos. Cabe ressaltar que a amostra do presente estudo foi composta por corredores com média de 42,50 anos, ou seja, os participantes eram adultos maduros, e assim, pode se supor que a redução da força do membro inferior associado ao processo natural de envelhecimento influenciou o equilíbrio dos corredores. Além disso, lesões prévias, embora não avaliadas no presente estudo, também podem levar ao comprometimento do controle postural desses atletas, o que vai ao encontro do trabalho de Meardon, Klusendorf e Kernozek²¹. Esses autores avaliaram 44 corredores (divididos em dois grupos: um que sofreu lesões prévias e outro sem histórico de lesão). Como resultados, os autores encontraram que o grupo de corredores com histórico de lesões prévias teve o controle postural dinâmico prejudicado, principalmente em tarefas de estabilização e aterrissagem.

No presente estudo, mostramos a importância da função muscular de glúteo médio sobre o controle postural de corredores. Além dessa relação, estudos evidenciaram que a adequada função dessa musculatura está associada a prevenção e ao tratamento de lesões no joelho, lesões essas comuns em corredores^{22, 23}. Cabe destacar que os efeitos das lesões na corrida acarretam prejuízos à curto prazo, como dor e desconforto, e a longo prazo, como osteoartrite, redução da atividade física e aumento dos gastos com a assistência à saúde¹⁶.

Nesse aspecto, Powers⁸ reporta que a fraqueza da musculatura do quadril pode estar relacionada ao déficit do controle do movimento dos membros inferiores, devido ao glúteo médio ter ação abduutora e o glúteo máximo ter ação extensora e rotadora lateral do quadril. Caso a ativação muscular não seja adequada durante a descarga de peso, pode não haver controle entre a adução e a rotação interna do quadril gerando aumento do valgismo dinâmico do joelho, que é fator de risco para lesões no joelho, como a SDPF.

Já o estudo de Rabelo *et al*²² identificou melhorias na função do membro inferior em pacientes com SDPF quando realizou um programa de exercícios de fortalecimento incluindo, dentre outros exercícios, os de abdutores do quadril. Já no estudo de Fukuda *et al*⁹, os autores compararam a efetividade de dois protocolos: um constando de exercícios de fortalecimento muscular de joelho e quadril e outro com fortalecimento muscular somente de joelho, em pacientes com SDPF. Os autores identificaram que os pacientes que fortaleceram quadril e joelho obtiveram redução

na dor e melhora na função do joelho após um ano de tratamento comparado ao outro grupo que só fortaleceu joelho. Por meio desses estudos, pode se observar a relação do fortalecimento dos músculos do quadril no tratamento e/ou na prevenção de lesões do joelho, que muitas vezes acometem corredores.

Khalaj, Vicenzino e Smith²⁴ buscaram correlacionar o equilíbrio e o torque da musculatura do quadril entre indivíduos saudáveis, com instabilidade crônica do tornozelo e copers. Os autores identificaram que os indivíduos com instabilidade do tornozelo apresentaram maior fraqueza nos músculos do quadril, quando comparado aos demais grupos. Ademais, houve uma forte correlação positiva entre o desempenho do teste de equilíbrio e o torque dos extensores do quadril ($r = 0,50$).

Em nosso estudo, apenas encontramos associação do equilíbrio com a função dos abdutores do quadril, e não com os extensores, diferentemente do estudo supracitado²⁴. Tais diferenças entre os estudos podem estar relacionadas ao fato de que força do quadril e o equilíbrio foi medido por diferentes instrumentos/testes. Além disso, apesar de achados²⁵ demonstrarem uma relação positiva entre a força glútea e o desempenho em uma tarefa de equilíbrio dinâmico em indivíduos, não há consenso sobre quais músculos específicos do quadril são mais influentes na prevenção de lesões. Ou seja, existe a necessidade de que novos estudos sejam realizados, padronizando métodos de avaliação para essas variáveis, bem como identificando quais musculaturas do quadril de fato apresentam um maior impacto sobre a função do controle postural em indivíduos.

Considerando os resultados encontrados no presente estudo, é relevante a construção de programas de prevenção de lesão em corredores, conforme sugerido pelo estudo de Fokkema *et al*²⁶. Esses autores reiteram a importância de incluir exercícios que melhorem o controle neuromuscular, bem como a força muscular dos membros inferiores, associado a um controle lombopélvico, como exercícios de agachamento, ponte pélvica e avião.

Como limitações do estudo destaca-se: a) ausência de valores de referência dos sistemas sensoriais responsáveis pelo controle postural em corredores, tendo em vista que os dados comparativos no presente estudo tiveram como base indivíduos saudáveis e não praticantes de corrida; b) ausência de valores normativos dos testes de função de quadril em corredores, o que dificulta a comparação e possíveis conclusões sobre essas variáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os corredores de rua apresentaram déficits no controle postural, especialmente nos sistemas visual e vestibular, quando comparados aos valores de referência para indivíduos saudáveis. Quanto à função muscular do quadril, os corredores não apresentaram assimetrias de força entre membros. Observou-se uma correlação positiva e significativa entre o sistema somatossensorial e a função do glúteo médio de membros inferiores, indicando uma contribuição

importante dessa musculatura no controle postural desses corredores.

O estudo identificou, em uma amostra de corredores de rua, um importante fator de risco para o desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas, no que tange aos déficits no controle postural, e com base nesse fator, ressalta-se a importância da construção de programas destinados à prevenção de lesão nesses sujeitos.

REFERÊNCIAS

1. Wen DY. Risk factors for overuse injuries in runners. *Curr Sports Med Rep*. 2007;6(5):307-13.
2. Borel WP, Elias Filho J, Diz JBM, Moreira PF, Veras PM, Catharino LL et al . prevalence of injuries in brazilian recreational street runners: meta-analysis. *Rev Bras Med Esporte*. 2019; 25(2): 161-167.
3. Rios E, Rodrigues F, Rocha L. Influência do volume semanal e do treinamento resistido sobre a incidência de lesão em corredores de rua. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2017;11(64):104-109.
4. Baltich J, Emery CA, Stefanyshyn D, Nigg BM. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014;15:407. doi:10.1186/1471-2474-15-407.
5. Wikstrom EA, Fournier KA, McKeon PO. Postural control differs between those with and without chronic ankle instability. *Gait Posture*. 2010;32(1):82-86. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.03.015.
6. Mendonça LM, Bittencourt NFN, Santos MB. Interpretando os resultados de testes funcionais na prática clínica. In: Sociedade Nacional de Fisioterapia Esportiva; Macedo CSG, Reis FA, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e traumato-ortopédica: ciclo 6. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2016. P. 125-75. (Sistema de educação continuada a distância, v.1).
7. Powers, CM. The influence of altered lower extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(11):639-46. doi: 10.2519/jospt.2003.33.11.639
8. Powers, CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010; 40(2):42-51. doi: 10.2519/jospt.2010.3337
9. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Martin RL. Hip Posterolateral Musculature Strengthening in Sedentary Women With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial With 1 Year Follow up. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012; 42(10):823-30. doi: 10.2519/jospt.2012.4184.
10. Shumway-Cook A, Silver IF, LeMier M, York S, Cummings P, Koepsell TD. Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: a randomized, controlled trial.

J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2007;62(12):1420–1427.

11. Lundy- ekman L. Neurociência: fundamentos para a reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan, 2000.
- Sabchuk RAC, Bento PCB, Rodacki ALF. Comparação entre testes de equilíbrio de campo e plataforma de força Rev Bras Med Esporte. 2012;18(6):404-408.
12. Faraldo-García A, Santos-Pérez S, Crujeiras-Casais R, Labella-Caballero T, Soto-Varela A. Influence of age and gender in the sensory analysis of balance control. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2012 Feb;269(2):673-7.
13. Freckleton G, Cook J, Pizzari T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. Br J Sports Med. 2014;48(8):713-7. doi: 10.1136/bjsports-2013-092356.
14. Benis R, Bonato M, La Torre A. Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test. J Athl Train. 2016 Sep;51(9):688-695. doi: 10.4085/1062-6050-51.12.03.
15. Lohmander L, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. Arthritis Rheum. 2004; 50(10):3145-52. doi: 10.1002/art.20589
16. Schimidt A. Estudo da distribuição da pressão plantar e do equilíbrio corporal em corredores de longa distância. [thesis]. [Campinas]: Universidade Estadual de Campinas; 2006, 145 p.
17. Li JX, Xu DQ, Hoshizaki B. Proprioception of foot and ankle complex in young regular practitioners of ice hockey, ballet dancing and running. Res Sports Med. 2009;17(4):205-16. doi: 10.1080/15438620903324353.
18. Van Deun S, Staes FF, Stappaerts KH, Janssens L, Levin O, Peers K. Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. Am J Sports Med. 2007;35(2):274-81. doi: 10.1177/0363546506294470
19. Andrade HB, Costa SM, Pirôpo US, Schettino L, Casotti CA, Pereira R. Lower limb strength, but not sensorial integration, explains the age-associated postural control impairment. Muscles Ligaments Tendons J. 2018;7(4):598-602. doi: 10.11138/mltj/2017.7.4.598.
20. Meardon S, Klusendorf A, Kernozek T. Influence of injury on dynamic postural control in runners. Int J Sports Phys Ther. 2016; 11(3): 366-377.
21. Rabelo NDA, Lima B, dos Reis AC, Bley AS, YI LC, Fukuda TY, Costa LO, Lucareli PR. Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: a protocol of randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2014; 15:157. doi: 10.1186/1471-2474-15-157.
22. Buist I, Bredeweg SW, Bessem B, van Mechelen W, Lemmink KAPM, Diercks RL: Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. Br J Sports Med. 2010; 44(8):598-604. doi: 10.1136/bjsm.2007.044677.

-
23. Khalaj N, Vicenzino B, Smith MD. Hip and knee muscle torque and its relationship with dynamic balance in chronic ankle instability, copers and controls. *J Sci Med Sport*. 2021 Feb 9:S1440-2440(21)00021-9. doi: 10.1016/j.jsams.2021.01.009.
24. Raghava Neelapala YV Suresh Bhat V Almeida S, et al. Relationship between gluteal muscle strength and balance in individuals with chronic ankle instability. *Physiotherapy Practice & Research*. 2017;38(1)1-5.
25. Fokkema T, de Vos RJ, Visser E, Krastman P, IJzerman J, Koes BW, Verhaar JAN, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Enhanced injury prevention programme for recreational runners (the SPRINT study): design of a randomised controlled trial. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020 Jun 16;6(1):e000780. doi: 10.1136/bmjsem-2020-000780.