

Análise do desempenho funcional dos músculos extensores e flexores do joelho em corredores de rua

Analysis of functional performance of knee extensors and flexors muscles in street runners

Vanessa Bertotti da Silva¹

Simone Lara²

Lilian Pinto Teixeira³

Rodrigo de Souza Balk⁴

Endereço para correspondência:

Simone Lara
Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA
Campus Uruguaiiana/RS, BR 472, KM 592- CX Postal 118
97508-000, Uruguaiiana, Rio Grande do Sul, Brasil.
simonelara@unipampa.edu.br

Resumo

Introdução: Os desequilíbrios musculares representam um importante fator de risco para lesões esportivas, portanto, a avaliação da força muscular se torna relevante no contexto da prevenção de lesão em corredores de rua. **Objetivo:** Analisar a performance funcional dos músculos do joelho em uma amostra de corredores de rua. **Métodos:** Foram incluídos 24 corredores de rua. A força muscular de flexores e extensores do joelho foi avaliada por meio da dinamometria isocinética no modo concêntrico, nas velocidades de 60°/s, 180°/s e 300°/s. **Resultados:** Os corredores não apresentaram assimetrias musculares superiores a 10% entre membros. Contudo, houve desequilíbrios musculares unilaterais (razão I:Q), especialmente nas corredoras (47,56±8,60% no membro dominante e 45,17±5,18% no membro não-dominante), e uma baixa resistência à fadiga (50,34±8,07%) nos músculos isquiotibiais no membro dominante, nos corredores do sexo masculino. **Conclusão:** A amostra apresentou importantes fatores de risco para o desenvolvimento de lesões, logo, a inserção de um programa de prevenção de lesões direcionado a esses sujeitos torna-se fundamental.

Palavras-chave: Corrida. Força muscular. Fatores de risco. Lesões esportivas. Dinamômetro de Força Muscular.

Abstract

Introduction: Muscle imbalances represent an important risk factor for sports injuries, and in this sense, the evaluation of muscle strength becomes relevant in the context of injury prevention in street runners. **Objective:** To analyze the functional performance of knee muscles in a sample of street runners. **Methods:** This study included 24 street runners. The muscle strength in the knee flexors and extensors was valued by isokinetic dynamometry in the concentric mode, in the 60°/s, 180°/s e 300°/s speeds. **Results:** All runners didn't show muscles asymmetries greater than 10% between members. However, there were unilateral muscular imbalances (H:Q) ratio, especially in the runner women (47,56±8,60% in the dominant member and 45,17±5,18% in the non-dominant member), and a low resistance to fatigue (50,34±8,07%) in the hamstring muscles in the dominant member, in the male runners. **Conclusions:** This sample showed important risks factors to the musculoskeletal lesions development, so, the insertion of a sports injury prevention to these subjects, becomes fundamental.

Keywords: Running. Muscle Strength. Risk Factors. Athletic Injuries. Muscle Strength Dynamometer.

1 Especialista em Atividade física e Saúde, Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA. Rio Grande do Sul, RS- Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-3127>
vanessabertotti@hotmail.com

2 Doutora em Educação em Ciências: Química da vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Uruguaiiana. Rio Grande do Sul, RS- Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0745-4964>
slarafisio@yahoo.com.br

3 Mestre em Educação Física, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Uruguaiiana. Rio Grande do Sul, RS- Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7546-1942>
lipt19@yahoo.com.br

4 Doutor em Ciências Biológicas: Bioquímica Toxicológica pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Uruguaiiana. Rio Grande do Sul, RS- Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5254-6732>
rodrigo.balk@gmail.com

Introdução

A corrida de rua atualmente é uma das modalidades de atividade física mais populares do mundo, sendo que em 2016, no Brasil, esta modalidade atingiu a marca de 906 mil corredores, ocorrendo um aumento de 25 % de praticantes¹. O aumento da prática da corrida de rua e sua popularização ocorre por diversas razões, dentre elas, a busca por benefícios à saúde, tendo em vista que essa prática proporciona efeitos benéficos sobre a massa corporal, gordura corporal, frequência cardíaca em repouso, VO₂max, triglicérides e HDL².

No entanto, o corredor pode apresentar fatores de risco, que associados à prática da corrida, pode resultar no desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas. Dentre esses fatores, podemos citar os intrínsecos, como flexibilidade, alterações biomecânicas, lesões prévias, e fatores extrínsecos, como erros de planejamento e execução do treinamento, que podem contribuir para o desenvolvimento de lesão nos corredores³. De fato, no trabalho realizado por Dallinga et al.⁴, a incidência de lesão musculoesquelética, em uma amostra de 142 corredores, foi de 20%. Outro estudo⁵ apontou que, em 161 corredores, as lesões mais prevalentes foram na perna (5,4% -12,3%) e envolvendo a articulação do joelho (2,7% -9,3%).

Sabendo que os desequilíbrios musculares estão entre os fatores mais referenciados como possíveis causas de lesões em atletas⁶, a avaliação da força muscular através do dinamômetro isocinético se torna relevante no contexto esportivo, ao passo que viabiliza uma quantificação de forma rápida, fidedigna e reprodutível em diversas velocidades, proporcionando dados úteis na prevenção, treinamento e reabilitação do atleta^{7,8}.

Nesse sentido, os déficits bilaterais superiores a 10-15% são indicadores de desequilíbrios musculares e poderão contribuir para o elevado risco de lesão (muscular, articular e tendinosa) e/ou alterações no desempenho desportivo⁹. Quando consideramos as relações uni-

laterais, devemos observar a razão isquiotibiais/quadríceps (I:Q), valor dependente da velocidade de execução do movimento¹⁰.

Considerando que os dados sobre performance muscular em corredores de rua brasileiros são limitados, o objetivo desse estudo foi analisar o desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho em corredores de rua.

Métodos

Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e quantitativo.

Amostra

Foi incluída uma amostra por conveniência, formada por corredores, com tempo de corrida de no mínimo 3 meses, que correm com frequência de no mínimo 3 vezes por semana, e que não tenham relatado nenhuma lesão musculoesquelética nos últimos 6 meses. Como critérios de exclusão do estudo, estavam aqueles que não conseguiram completar os testes, seja por dor ou outro motivo de saúde.

Os participantes foram selecionados por meio de divulgação nas sedes dos grupos de corridas de rua no município. Após a divulgação, foi marcada uma reunião entre os pesquisadores e os interessados a participar do estudo, para esclarecimento acerca dos objetivos e metodologia do estudo. Os corredores que aceitaram participar do trabalho, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), concordando com a sua participação voluntária no projeto. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa institucional, sob o número 2.236.277.

Instrumentos

Inicialmente, os corredores foram avaliados no laboratório de avaliação, do curso de fi-

sioterapia, da Universidade Federal do Pampa, campus Uruguaiana/RS, no período de setembro à dezembro de 2017. Os mesmos realizaram uma avaliação antropométrica (massa corporal e estatura), bem como responderam algumas questões sobre dados pessoais, como a data de nascimento, lesões prévias e características do treinamento de corrida.

Após, a força dos músculos da articulação do joelho foi avaliada por meio do dinamômetro isocinético Biodex System 4 Pro®. Assim, o sujeito foi devidamente posicionado sentado no instrumento, com o dinamômetro posicionado a 90°, com uma inclinação de 0°, assento orientado a 90° e inclinação do encosto de 85°. O eixo rotacional do aparelho estava alinhado com o côndilo lateral do fêmur, com a almofada da alavanca posicionada 3cm acima do maléolo lateral. Os indivíduos foram estabilizados com cintos no tronco e na coxa para evitar movimentos compensatórios. A amplitude de movimento foi limitada entre 110° de flexão e 0 de extensão, onde 0 foi definido como extensão completa¹¹.

Antes de iniciar os testes, os atletas realizaram um aquecimento prévio na bicicleta estacionária, por cinco minutos, sem carga. Ainda, executaram quatro repetições submáximas prévias para a familiarização com o procedimento de avaliação. Todos os participantes realizaram cinco repetições máximas de flexão e extensão do joelho, no modo concêntrico-concêntrico, na velocidade de 60°/s; dez repetições em 180°/s; e 30 repetições em 300°/s, bilateralmente, com intervalo de um minuto entre as séries. A escolha do primeiro membro a ser testado foi feita de forma aleatória. Todos os atletas receberam estimulação verbal durante os testes, que foram aplicados pelo mesmo examinador^{11,12}, previamente treinado. Cabe destacar que todos os atletas que aceitaram participar do estudo conseguiram completar os testes, sem demais intercorrências nem interrupções por dor ou desconforto expressivo.

Conforme parâmetros da literatura, nas velocidades angulares baixas são analisadas as variáveis de pico de torque e/ou trabalho e nas

velocidades angulares altas são avaliadas a potência e a resistência¹⁰. Os valores de normalidade da razão I:Q nas velocidades baixas (60°/s-180°/s), são em torno de 60%, e nas velocidades mais altas (300°/s-450°/s) são de 80% a 100%¹⁰. Valores abaixo de 50% nas velocidades baixas indicam grau severo de desequilíbrio muscular¹³. O índice de fadiga foi avaliado na velocidade de 300°/s, devendo se manter abaixo de 50%, pois esta porcentagem indica que a musculatura é capaz de manter pelo menos 50% da sua capacidade inicial de geração de trabalho ao longo das 30 repetições¹⁴.

Análise dos 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 paramétrica. Desta forma, as diferenças entre os membros dominante e não-dominante foram avaliadas pelo teste t de student pareado. Para todas as análises foi considerado um nível de significância de 0,05.

Resultados

Foram incluídos 24 atletas, sendo que a idade e as características antropométricas dos mesmos podem ser visualizadas na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da amostra

Variável	Homens	Mulheres
N	12	12
Idade (anos)	44,83±8,71	41,08±9,12
Massa (Kg)	82,84±10,74	60,97±7,57
Estatura (m)	1,74±0,04	1,60±0,05

Dados descritivos, por meio de média e desvio padrão.
Fonte: Os autores.

A tabela 2 demonstra o perfil isocinético dos corredores, na velocidade de 60°/s, conforme o sexo, no qual que não houve diferença en-

tre os membros dominante e não-dominante em nenhuma das variáveis analisadas. Em relação aos fatores de risco para lesão musculoesquelética, apesar de não haver assimetria de pico de torque (PT) e de trabalho (TT) de extensores e flexores de joelho superior a 10%, a razão I:Q apresentou-se abaixo dos valores de normalidade, especialmente nas mulheres.

O desempenho isocinético na velocidade de 180°/s (tabela 3) indicou que não houve diferença entre os membros dominante e não-dominante em nenhuma das variáveis analisadas. Não houve assimetria de PT e de TT de extensores e flexores de joelho superior a 10%, contudo a razão I:Q apresentou-se abaixo dos valores de normalidade em ambos os sexos.

Os dados isocinéticos na velocidade de 300°/s, estão apresentados na tabela 4, no qual não houve diferença entre os membros dominante e não-dominante em nenhuma das variáveis analisadas. Da mesma forma, não houve assimetria de POT de extensores e flexores de joelho superior a 10%, contudo a razão I:Q apresentou-se abaixo dos valores de normalidade em ambos os sexos. O índice de fadiga dos músculos flexores do joelho dominante nos homens esteve ligeiramente superior aos valores de normalidade, indicando que essa musculatura apresentou menor resistência à fadiga.

Discussão

O objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros relativos à performance funcional dos músculos do joelho, em velocidades baixas e altas, por meio da dinamometria isocinética, em uma amostra de corredores de rua. Apesar de seu alto custo e a necessidade de treinamento profissional para seu manuseio, a utilização da dinamometria isocinética é extremamente relevante no contexto de prevenção de lesão no esporte^{7,8}.

A força muscular é um componente essencial na corrida, uma vez que representa uma variável preditora de lesão musculoesquelética. Nessa perspectiva, a fim de identificar essa re-

lação, Luedke et al.¹⁵ investigaram a força muscular de extensores e flexores de joelho, através de um dinamômetro manual, em 78 corredores (47 meninas, 21 meninos). Os autores identificaram que os voluntários mais fracos obtiveram maior incidência de lesões no joelho, e assim, concluem que o aumento da força muscular de joelho pode reduzir consideravelmente as lesões no joelho desta população.

No presente estudo, quando realizada uma comparação bilateral, não foram verificadas assimetrias entre os membros nas variáveis de PT e TT (velocidades baixas) e de POT (velocidades altas), tanto para flexores, quanto para extensores do joelho, demonstrando que os corredores são simétricos.

De forma semelhante, Yeung et al.¹⁶ não encontraram diferenças significativas entre o membro inferior dominante e não-dominante em 44 corredores, avaliado em velocidades angulares baixas e altas, evidenciando simetria muscular bilateral. Porém, Dellagrana et al.¹⁷ identificaram assimetria entre os membros para flexores do joelho (isquiotibiais) em velocidade angular alta (de 240°/s), em uma amostra de 23 corredores, através do teste isocinético.

Nas relações unilaterais, através da relação I:Q, os participantes desse estudo apresentaram valores inferiores aos de referência, nas diferentes velocidades testadas. Ainda, na velocidade de 60°/s, as corredoras apresentaram severo desequilíbrio muscular (valores abaixo de 50%¹³) em ambos os membros, já no sexo masculino tal classificação ocorreu somente no membro não-dominante. Desse modo, sugerimos que as mulheres corredoras apresentaram um fator de risco importante para lesões no joelho, em ambos os membros, e esse achado corrobora com o estudo de Francis et al.¹⁸. Esses autores analisaram as lesões em corredores de ambos os sexos, e encontraram que a proporção de lesões no joelho foi significativamente maior em mulheres do que em homens corredores (40% versus 31%, respectivamente).

De forma semelhante, Yeung et al.¹⁶ encontraram, através de uma análise em 44 corredo-

Tabela 2: Análise das variáveis isocinéticas dos corredores na velocidade 60°/s

Variáveis	Homens			Mulheres		
	Dominante	Não-dominante	p	Dominante	Não-dominante	p
PT extensores	181,57±40,79	190,91±43,32	0,19	114,67±22,18	112,52±20,28	0,62
PT flexores	91,35±16,01	90,08±14,59	0,68	53,50±8,63	50,86±11,14	0,06
TT extensores	894,33±24994	893,28±24894	0,97	588,45±95,38	553,95±13769	0,31
TT flexores	479,30±10551	469,72±10812	0,67	290,30±10194	298,60±81,70	0,72
POT extensores	120,28±32,07	124,25±32,11	0,27	71,18±13,34	67,98±20,40	0,53
POT flexores	63,37±12,68	63,58±14,09	0,90	36,52±8,18	36,60±9,69	0,95
Razão I:Q	50,80±7,31	48,83±7,21	0,51	47,56±8,60	45,17±5,18	0,21

PT= pico de torque, TT=trabalho total, POT=potência, Razão I:Q = relação flexores/extensores entre flexores e extensores, p = comparação intragrupos (lado dominante x não-dominante), dados expressos em média e desvio padrão DP±, * indica diferença significativa (p<0,05).

Fonte: Os autores.

Tabela 3: Análise das variáveis isocinéticas dos corredores na velocidade 180°/s

Variáveis	Homens			Mulheres		
	Dominante	Não-dominante	p	Dominante	Não-dominante	P
PT extensores	131,77±24,88	134,98±25,31	0,43	77,73±15,19	78,32±11,59	0,77
PT flexores	72,80±14,79	71,28±14,61	0,67	41,67±8,78	45,20±18,37	0,32
TT extensores	1431,86±264,82	1439,77±274,93	0,90	848,46±16058	877,37±12498	0,27
TT flexores	753,37±13026	752,90±17109	0,99	69,02±16,68	70,38±14,82	0,36
POT extensores	232,55±48,12	231,00±47,78	0,88	132,15±26,70	138,25±20,89	0,20
POT flexores	119,39±24,29	117,78±28,26	0,86	469,82±12057	487,28±13620	0,66
Razão I:Q	55,42±6,27	52,95±5,96	0,29	54,15±8,93	57,18±16,53	0,50

PT= pico de torque, TT=trabalho total, POT=potência, Razão I:Q = relação flexores/extensores entre flexores e extensores, p = comparação intragrupos (lado dominante x não-dominante), dados expressos em média e desvio padrão DP±, * indica diferença significativa (p<0,05).

Fonte: Os autores.

Tabela 4: Análise das variáveis isocinéticas dos corredores na velocidade 300°/s

Variáveis	Homens			Mulheres		
	Dominante	Não- dominante	p	Dominante	Não- dominante	p
PT extensores	104,57±15,86	103,73±17,22	0,70	61,45±9,38	60,29±8,70	0,37
PT flexores	62,19±7,71	62,28±10,91	0,95	43,32±7,36	42±7,10	0,59
TT extensores	2745,32±288,88	2746,27±368,57	0,98	1668,75±290,71	1665,70±302,33	0,91
TT flexores	1404,98±283,24	1430,65±229,34	0,82	923,84±233,67	986,25±221,50	0,25
POT extensores	213,80±27,21	197,64±55,29	0,28	116,03±31,17	121,77±24,75	0,36
POT flexores	104,85±20,45	104,35±21,50	0,95	61,45±15,15	64,51±14,68	0,43
Razão I:Q	60,52±6,92	60,01±6,22	0,80	71,75±15,31	70,35±11,96	0,75
IF extensores	45,38±7,55	44,41±5,73	0,68	45,69±6,73	46,63±5,07	0,66
IF flexores	50,34±8,07	42,75±10,03	0,08	45,35±13,58	45,13±7,08	0,95

PT= pico de torque, TT=trabalho total, POT=potência, Razão I:Q = relação flexores/extensores entre flexores e extensores, p = comparação intragrupos (lado dominante x não-dominante), dados expressos em média e desvio padrão DP±, * indica diferença significativa (p<0,05).

Fonte: Os autores.



res, que a razão I/Q foi menor que 60% na velocidade angular de 180°/s, fator que aumenta o risco do desenvolvimento de lesões na articulação do joelho, especialmente lesões musculares em isquiotibiais. Além do maior risco de lesão, desequilíbrios na razão I/Q também estão associados a alterações na performance desses atletas, conforme descrevem Bex. et al.¹⁹. Os autores encontraram uma correlação positiva significativa entre a relação do volume de I:Q e melhora no desempenho dos corredores de curta distância, no qual caracterizam-se a maior parte dos voluntários desta pesquisa.

No presente estudo, os corredores do sexo masculino apresentaram menor resistência à fadiga nos músculos flexores do joelho. Autores reiteram que durante o teste isocinético, a resistência à fadiga diverge entre o quadríceps e os isquiotibiais, sendo que, os flexores reduzem mais o torque ao comparar com os extensores²⁰. Sugere-se que as fibras do tipo II, cuja proporção é maior em isquiotibiais do que quadríceps fadigam mais rapidamente²¹, e, portanto, tal fator parece explicar a menor resistência à fadiga encontrada nos isquiotibiais dos corredores.

A fadiga desses músculos também foi percebida no estudo de Koller et al.²², no qual 13 corredores foram submetidos ao teste isocinético 3 a 4 dias antes e 18 horas depois de uma maratona. Como resultados, houve redução significativa entre o PT antes e depois da corrida, apenas no torque excêntrico dos isquiotibiais (ambas as coxas). Os autores concluíram que a fadiga dos isquiotibiais, semelhante ao que percebemos no presente estudo, representa um dos fatores de risco para lesões no joelho, e, portanto, o treinamento excêntrico dessa musculatura deve ser incorporado no programa de treinamento de corredores.

Nesse aspecto, a revisão sistemática com metanálise proposta por Al Attar et al.²³ investigou a eficácia dos programas de prevenção de lesões que incluíram o treinamento excêntrico de isquiotibiais, por meio do exercício nórdico, sobre as taxas de lesões em atletas de futebol. Assim, perceberam que, as equipes que inclui-

ram o exercício nórdico reduziram as taxas de lesões isquiotibiais em até 51% a longo prazo, em comparação com as equipes que não usaram nenhuma medida de prevenção de lesões. Fazendo uma analogia, tendo em vista que o futebolista também é um corredor em campo, sugerimos que o treinamento excêntrico de isquiotibiais também tenha efeitos positivos na prevenção de lesão em corredores.

Corroborando, no trabalho de Brukner²⁴, houve fortes evidências para os exercícios nórdicos de isquiotibiais, com resultados significativos na redução das taxas de recidiva e de novas lesões. Ainda, em um estudo com 613 velocistas, Sugiura et al.²⁵ encontraram que o treinamento de agilidade, flexibilidade e fortalecimento de isquiotibiais reduziu significativamente o número de lesões nessa musculatura. Com base nesses estudos, podemos inferir a importância do treinamento dos músculos posteriores da coxa em corredores, no que tange a prevenção de lesão.

Após considerarmos os resultados expostos no estudo, estratégias preventivas são de extrema importância para evitar e/ou prevenir interrupções entre os treinos ou competições, devido a lesões que podem comprometer o desempenho do atleta²⁶. Além do mais, atualmente, dados sobre a eficácia dos protocolos de treinamento para alterar as taxas de lesões em corredores são escassos²⁷.

Como limitação do estudo destaca-se a ausência de um cálculo amostral, a fim de permitir maior generalização dos resultados do estudo.

Conclusão

Com base nos resultados, foram identificados desequilíbrios musculares unilaterais, especialmente nas corredoras, e uma baixa resistência à fadiga nos músculos isquiotibiais dos corredores do sexo masculino, sugerindo que a amostra avaliada apresenta fatores de risco importantes para o desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas. Portanto, a partir desses

achados, reiteramos a importância da inserção de um programa de prevenção de lesões em corredores de rua, a fim de corrigir os possíveis desequilíbrios musculares.

Outras informações

O estudo não recebeu fonte de financiamento.

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Federação Paulista de Atletismo. (2016). Estatística 2016. Retirado em 10 de Março de 2018, de <http://www.atletismofpa.org.br/estatistica2016.html>,67.
2. Hespanhol Junior LC, Pillay JD, van Mechelen W, Verhagen E. Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. *Sports Med.* 2015;45(10):1455-68.
3. Ferreira AC, Dias JM, Fernandes RM, Sabino GS, Anjos MT, Felício DC. Prevalência e fatores associados a lesões em corredores amadores de rua do município de Belo Horizonte, MG. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(4):252-5.
4. Dallinga J, Van Rijn R, Stubbe J, Deutekom M. Injury incidence and risk factors: a cohort study of 706 8-km or 16-km recreational runners. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019; 7;5(1):e000489.
5. Franke TPC, Backx FJG, Huisstede BMA. Running Themselves Into the Ground? Incidence, Prevalence, and Impact of Injury and Illness in Runners Preparing for a Half or Full Marathon. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(7):518-528.
6. Eagle SR, Keenan KA, Connaboy C, Wohleber M, Simonson A, Nindl BC. Bilateral Quadriceps Strength Asymmetry Is Associated With Previous Knee Injury in Military Special Tactics Operators. *J Strength Cond Res.* 2019;33(1):89-94.
7. Fonseca ST, Ocarino JM, Silva PLP, Bricio RS, Costa CA, Wanner LL. Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13:143-7.
8. Perrin DH, Robertson RJ, Ray RL. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and nonetheless. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;9:184-9
9. Vidmar MF, Dellagerisi M, Kappel MD, Pasqualotti A, Silva MF, Pimentel GL, & Almeida CR. Avaliação da performance muscular em atletas profissionais de futebol de campo. *R. Bras. Ci. e Mov.* 2013;21(2):82-88.
10. Petersen J, and P. Hölmich. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005; 36(6):319-323.
11. Biodex System 3 Pro. Manual - Applications/ Operations. 2002. p. 32-35.
12. Menzel HJ, Chagas MH, Szmuchrowski LA, Araujo SR, de Andrade AG, de Jesus-Moraleida FR. Analysis of Lower Limb Asymmetries by Isokinetic and Vertical Jump Tests in Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2013;27(5):1370-7.
13. Wilk KE, Harrelson GL, Arrigo C. Reabilitação do Ombro. In: Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. *Reabilitação Física das Lesões Desportivas.* 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005. p. 545-622.
14. Wilk KE. Isokinetic testing: goals, standards and knee test interpretation. *Biodex Medical System. Biodex System, v. 3,* 1991.
15. Luedke LE, Heiderscheit BC, Williams DB, & Rauh MJ. Association of isometric strength of hip and knee muscles with injury risk in high school cross country runners. *Int J Sports Phys Ther* 2015;10(6): 868-876.
16. Yeung SS, Suen AMY, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med.* 2009;43(8):589-94.
17. Dellagrana RA, Diefenthaler F, Carpes FP, Hernandez SG, De Campos W. Evidence for isokinetic knee torque asymmetries in male long distance-trained runners. *Int. J. Sports Phys. Ther.* 2015;10(4):514.
18. Francis P, Whatman C, Sheerin K, Hume P, Johnson MI. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2019;11;18(1):21-31.
19. Bex T, Iannaccone F, Stautemas J, Baguet A, De Beule M, Verheghe B, Derave W, et al. Discriminant musculo-skeletal leg characteristics between sprint and endurance elite Caucasian runners. *Scandinavian. J. sci. med. sport.* 2017;27(3):275-281.



20. Sangnier S, Tourny-Chollet C. Effect of fatigue on hamstrings and quadriceps during isokinetic fatigue testing in semiprofessional soccer players. *Int J Sport Med.* 2007;28:952-7.
21. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Bojsen-Moller F, Dyhre-Poulsen P. Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension. *Scand J Med Sci Sports* 2000;10:58-67.
22. Koller A, Sumann G, Schobersberger W, Hoertnagl H, & Haid C. Decrease in eccentric hamstring strength in runners in the Tirol Speed Marathon. *Br J Sports Med.* 2006;40(10):850-852.
23. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2017 May;47(5):907-916.
24. Brukner P. Hamstring injuries: prevention and treatment-an update. *Br J Sports Med.* 2015;49(19):1241-4.
25. Sugiura Y, Sakuma K, Sakuraba K, Sato Y. Prevention of hamstring injuries in collegiate sprinters. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(1):232596711668152.
26. Schembri, Laura. How Does a Standing Exercise Programme Focusing on Hip-Abduction Strength Affect Anterior Knee Pain in Runners?. *J Res Health.* 2017;2(1):24.
27. 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 Musculoskelet Disord.* 2014;4;15:407.