



ARTIGO ORIGINAL

Desequilíbrio muscular dos flexores e extensores do joelho associado ao surgimento de lesão musculoesquelética relacionada à corrida: um estudo de coorte prospectivo



Bruno Tirotti Saragiotto^{a,c}, Tiê Parma Yamato^{a,c}, Alexandre Marin Hernandez Cosialls^b e Alexandre Dias Lopes^{c,*}

^a The George Institute for Global Health, Sydney Medical School, University of Sydney, Sydney, Australia

^b Programa de Pós-Graduação de Fisioterapia em Ortopedia, Traumatologia e Desportiva, Faculdade Insiprar, São Paulo, SP, Brasil

^c Programa de Mestrado e Doutorado em Fisioterapia, Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 17 de fevereiro de 2013; aceito em 4 de setembro de 2014

Disponível na Internet em 16 de janeiro de 2016

PALAVRAS-CHAVE

Corredores de rua;
Dinamometria
isocinética;
Lesão na corrida;
Esporte

KEYWORDS

Runners;
Isokinetic
dynamometer;
Running injury;
Sport

Resumo O objetivo deste estudo foi verificar se o desequilíbrio dos músculos do joelho pode estar associado com o surgimento de lesões em corredores. Vinte corredores fizeram uma avaliação isocinética nas velocidades de 60, 180 e 300o/s e foram acompanhados por três meses para verificar a ocorrência de lesões. Quatro atletas (21%) apresentaram lesões que envolveram a região do joelho e o desequilíbrio muscular encontrado foi associado ao surgimento de lesões, nas três velocidades testadas ($p < 0,05$).

© 2015 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Muscle imbalance of flexors and extensors of the knee associated with running-related musculoskeletal injury: a prospective cohort study

Abstract The aim of this study was to determine whether a muscle imbalance of the knee is associated with running injuries. Twenty runners were evaluated by an isokinetic dynamometer at 60, 180 and 300 degrees/second. Runners were followed for three months to determine the incidence of injuries. We used the chi-square test to verify the association between muscular

* Autor para correspondência.

E-mail: aledlopes@yahoo.com.br (A.D. Lopes).

PALABRAS CLAVE

Corredores;
Dinamometria
isocinética;
Lesiones en
corredores;
Deportes

imbalance and the appearance of injury. Four athletes experienced injuries (21%), all registered in the knee. Muscle imbalance was associated with running-related injuries for the three tested velocities ($p < 0.05$). To conclude, a muscle imbalance may be associated with running injuries. © 2015 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Desequilibrio muscular de los flexores y extensores de la rodilla asociado con lesiones musculoesqueléticas en la carrera: un estudio de cohortes prospectivo

Resumen El objetivo de este estudio fue determinar si el desequilibrio muscular de los músculos de la rodilla puede estar asociado con la aparición de lesiones en corredores. Veinte corredores realizaron una evaluación isocinética a velocidades de 60, 180 y 300°/s. Se hizo un seguimiento de los participantes durante tres meses para determinar la incidencia de las lesiones. Se utilizó la prueba de chi cuadrado para determinar la asociación entre la aparición de un desequilibrio muscular y la de las lesiones. Cuatro atletas (21%) presentaron lesiones en la región de la rodilla. El desequilibrio muscular se asoció con la aparición de lesiones en las tres velocidades probadas ($p < 0,05$). Se concluyó que un desequilibrio muscular puede estar asociado con la aparición de lesiones en corredores.

© 2015 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

Introdução

Diversos estudos têm reportado a prevalência e a incidência de lesões em corredores e estabelecido taxas entre 19 e 92%, ou 6,8 a 59 lesões para cada 1.000 horas de exposição à corrida (Hreljac, 2004; Kretsch *et al.*, 1984; Macera *et al.*, 1989; Taunton *et al.*, 2003; Van Gent *et al.*, 2007). Estudos recentes reportaram que a prevalência de dor de origem musculoesquelética, em corredores de rua, momentos antes da participação em uma prova de corrida foi de 25% (Lopes *et al.*, 2011; Yamato *et al.*, 2011).

As lesões que atingem os corredores, de modo geral, são vistas como resultado de sobrecarga proveniente de microtraumas acumulativos, durante determinado período de tempo, e determinam lesão por sobrecarga (Hreljac, 2005).

Os fatores de risco em praticantes de corrida são atribuídos a três fatores: 1) os relacionados ao treinamento, 2) os anatômicos e 3) os biomecânicos (Marti *et al.*, 1988; Strakowski e Jamil, 2006). Ainda não se sabe, exatamente, a influência do desequilíbrio muscular dos membros inferiores na incidência de lesões em praticantes de corrida. Porém, sabe-se que o treino e a prática esportiva resultam no desenvolvimento de uma musculatura específica relacionada ao esporte praticado. Essa especificidade, durante o treinamento da força muscular, pode dar início ao desequilíbrio das forças que agem nas articulações e gerar alterações da postura ou da mecânica articular. Esse desequilíbrio muscular pode predispor os atletas a lesões e diminuição do desempenho (Carnahan e Elliott, 1987; Siqueira *et al.*, 2002).

Para avaliar a força muscular e identificar desequilíbrios provenientes da prática esportiva, tem sido usado um dinamômetro computadorizado isocinético. Nesse dinamômetro, o indivíduo faz um esforço muscular máximo ou

submáximo que se acomoda à resistência do aparelho. Assim, se tentar aumentar a velocidade angular do segmento para além da velocidade predefinida, o equipamento fornece uma resistência acomodativa complacente, oferece velocidade constante e uma correspondência exata entre o torque aplicado e a resistência (Pua *et al.*, 2008).

Numa avaliação, a escolha da velocidade depende do objetivo do terapeuta. As velocidades são divididas entre lentas (menores do que 180°/s) e rápidas (maiores do que 180°/s). Para o melhor estudo do pico de torque e do trabalho, usam-se velocidades angulares lentas, pois quanto menor a velocidade angular, maior será o torque ou o trabalho. Geralmente usa-se a velocidade de 60°/s. Já para a avaliação da potência e resistência, são usadas velocidades rápidas, de 180 a 300°/s (Terrerri *et al.*, 2001).

O objetivo deste estudo foi verificar se o desequilíbrio dos músculos flexores e extensores do joelho pode estar associado ao surgimento de lesões musculoesqueléticas em corredores de longa distância.

Material e métodos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário São Camilo, conforme os requisitos da Resolução CNS 466/13 (protocolo: 13685795). Todas as avaliações foram feitas em uma clínica de fisioterapia e medicina esportiva na cidade de São Paulo.

Trata-se de um estudo de coorte prospectivo feito com 20 atletas participantes de corridas de longa distância. Os critérios de inclusão foram: participar de provas com distância acima de 5.000 metros há pelo menos um ano e ter idade igual ou maior de 18 anos. Os critérios de exclusão foram: ter sido submetido a algum procedimento cirúrgico

nos últimos 12 meses; apresentar dor ou queixa de origem musculoesquelética no momento da avaliação; e lesão no aparelho locomotor nos últimos dois meses.

Após anamnese, foi feita a avaliação isocinética do joelho de cada atleta com o dinamômetro computadorizado isocinético (Cybex®, modelo NORM®, EUA). As variáveis de força muscular analisadas foram o pico de torque dos membros dominante e não dominante e a razão (ou relação) agonista/antagonista, nas velocidades de 60°/s, 180°/s e 300°/s, obtidas por *software* (HUMAC2004®).

Os atletas fizeram aquecimento prévio, de cinco minutos, em esteira ergométrica, antes da avaliação isocinética. Em seguida, foram posicionados no dinamômetro, sentados com a cadeira em 85 de inclinação, e o eixo de movimento do equipamento foi alinhado na altura do epicôndilo lateral do fêmur e a plataforma de resistência foi posicionada superior ao maléolo medial. 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 e 0 foi definido como extensão completa. Antes de iniciar os testes, os atletas executaram quatro repetições submáximas prévias para a familiarização com o procedimento de avaliação.

O protocolo de avaliação isocinética usado foi baseado em estudos anteriores (Menzel et al., 2013; O'sullivan et al., 2008; Orchard et al., 1997). Todos os participantes fizeram cinco repetições máximas de flexão e extensão do joelho, no modo concêntrico-concêntrico, na velocidade de 60°/s; dez repetições em 180°/s; e 15 repetições em 300°/s, bilateralmente, e 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.

Os corredores foram acompanhados por três meses, foram feitas três avaliações, com intervalo de 30 dias, e a incidência de lesão nos membros inferiores foi verificada por meio de um formulário, aplicado por telefone, que objetivava identificar lesão de origem musculoesquelética; localização; diagnóstico médico, quando feito; e se o corredor havia participado de alguma prova de corrida nesse período, assim como a distância percorrida.

Após a avaliação da força muscular, os participantes foram classificados em três grupos: (i) sem desequilíbrio (se o déficit da diferença entre os membros fosse menor do que 10%); (ii) desequilíbrio leve (os corredores que apresentaram déficit entre 10 a 30%); e (iii) desequilíbrio moderado/grave (déficit maior do que 30%). Essa classificação foi adotada de acordo com estudos prévios (Perrin et al., 1987) e de acordo com o protocolo usado pela clínica responsável pelo equipamento.

A definição de lesão musculoesquelética usada no estudo foi: 'qualquer queixa ou dor de origem musculoesquelética que estava relacionada à prática de corrida e que tenha sido severa o suficiente para alterar a rotina de treinamento e impedido o corredor de treinar ou de participar de alguma prova de corrida'' (Macera et al., 1989; Van Middelkoop et al., 2008). Os dados foram submetidos a uma análise descritiva das características dos corredores e das variáveis isocinéticas. Para verificar a associação entre a presença de desequilíbrio muscular (desequilíbrio classificado como moderado/grave) e o surgimento de lesões foi usado o teste

de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$). Todas as análises foram feitas pelo *software* SPSS v.20.

Resultados

Após a avaliação dos 20 atletas selecionados, um corredor foi excluído e, conseqüentemente, a amostra total foi de 19 corredores, 15 (79%) homens e quatro (21%) mulheres. Durante o período de acompanhamento de três meses, a média de participação foi de 1,5 prova de corrida por participante e as distâncias percorridas variaram entre 7 e 21 km. Em relação à incidência de lesões, verificou-se que quatro corredores (21%) tiveram pelo menos uma lesão, todas na região do joelho. A descrição das características demográficas e de treinamento dos corredores está detalhada na [tabela 1](#). As informações coletadas durante o período de acompanhamento estão descritas na [tabela 2](#).

Em relação à força muscular, não foram encontradas diferenças significativas quando comparada a força através das variáveis de pico de torque e relação agonista/antagonista nas velocidades de 60, 180 e 300o/s, entre os membros dominante e não dominante, como apresentado na [tabela 3](#). O desequilíbrio muscular apresentado pelos corredores foi associado à incidência de lesões nas três velocidades testadas ($p < 0,05$), como detalhado na [tabela 4](#).

Tabela 1 Características demográficas e de treinamento dos corredores

<i>Gênero, n (%)</i>	
Masculino	15 (79)
Feminino	4 (21)
<i>Idade (anos), média (desvio padrão)</i>	
	39,3 (9,3)
<i>IMC (Kg/m²), média (desvio padrão)</i>	
	24,1 (2,3)
<i>Distância semanal (km/sem), média (desvio padrão)</i>	
	60,9 (34,5)
<i>No. treinos/sem, média (desvio padrão)</i>	
	4,6 (1,6)
<i>Recebe orientação, n (%)</i>	
Sim	13 (68,4)
Não	6 (31,6)

Tabela 2 Dados dos corredores durante o período de acompanhamento

<i>Presença de lesão, n (%)</i>	
	4 (21)
<i>Lesão prévia, n (%)</i>	
Sim	1 (5)
Não	18 (95)
<i>Participação em provas, média (desvio padrão)</i>	
	1,53 (1,12)
<i>Quilometragem das provas, média (desvio padrão)</i>	
	13,91 (6,14)
<i>Alteração no treinamento, n (%)</i>	
Aumento	8 (42,1)
Diminuição	5 (26,3)

Tabela 3 Valores médios e desvio padrão para o pico de torque (Nm/kg) e a razão agonista/antagonista (%) entre os membros dominante (D) e não dominante (ND) dos corredores avaliados

	Velocidades					
	60o/s		180o/s		300o/s	
	D	ND	D	ND	D	ND
Extensores	243,1(52,1)	217,9(42,9)	154,7(28,8)	147,7(27,8)	110,5(22,3)	105,6(22,1)
Flexores	139,8(30,9)	126,1(24,4)	90,6(22,4)	86,6(16,6)	62,9(11,8)	60,3(13,9)
Razão agonista/antagonista	58,1(9,2)	59,1(12,8)	58,7(6,6)	59,6(11,1)	57,6(8,3)	58,6(14,6)

Tabela 4 Associação entre o desequilíbrio muscular e o surgimento de lesão nos corredores avaliados

Desequilíbrio muscular	Total, n (%)	Sem lesão, n (%)	Com lesão, n (%)	P
<i>60o/s</i>				
Sem desequilíbrio	15,8 (3)	20 (3)	-	
Desequilíbrio leve	57,9 (11)	66,6 (10)	25(1)	
Desequilíbrio mod/grave	26,3 (5)	13,3 (2)	75 (3)	0,043 ^a
<i>180o/s</i>				
Sem desequilíbrio	47,4 (9)	53,3 (8)	25 (1)	
Desequilíbrio leve	42,1 (8)	46,6 (7)	25 (1)	
Desequilíbrio mod/grave	10,5 (2)	-	50 (2)	0,015 ^a
<i>300o/s</i>				
Sem desequilíbrio	26,3 (5)	33,3 (5)	-	
Desequilíbrio leve	63,2 (12)	66,6 (10)	50 (2)	
Desequilíbrio mod/grave	10,5 (2)	-	50 (2)	0,011 ^a

^a $p > 0,05$; associação significativa entre as variáveis pelo teste de qui-quadrado.

Discussão

Neste estudo, após três meses de acompanhamento, foi encontrada associação entre o pico de torque avaliado nas velocidades de 60, 180 e 300o/s com o surgimento de lesões em corredores de longa distância. A taxa de incidência de lesões foi de 21% e a região do corpo mais acometida foi a articulação femoro-tíbio-patelar.

Os resultados deste estudo corroboram os estudos existentes na literatura. *Sugiura et al. (2008)* avaliaram a força muscular de 42 velocistas a 60o/s e encontraram associação entre desequilíbrio muscular e o surgimento de lesões após um ano de acompanhamento, com diminuição da força muscular no membro lesionado, assim como no presente estudo. Já *Orchard et al. (1997)* e *Yamamoto (1993)* trabalharam com atletas colegiais e jogadores de futebol americano e encontraram diferenças de força muscular entre o membro inferior dominante e o não dominante. Em contrapartida, outros estudos feitos com essa mesma velocidade em corredores velocistas e jogadores de futebol não encontraram essa diferença (*Bennell et al., 1998; Yeung et al., 2009, Maupas et al., 2002*).

Foi encontrada associação entre o desequilíbrio muscular e o surgimento de lesões nas velocidades de 180 e 300o/s, que são consideradas velocidades altas, que geralmente são usadas para avaliação de potência e resistência muscular, respectivamente. Contudo, um estudo feito com 44 corredores velocistas (*Yeung et al., 2009*) não

evidenciou associação entre os valores de pico de torque a 180 e a 240o/s com a incidência de lesões, após um ano de acompanhamento. Entretanto, a comparação desses dados com corredores velocistas torna-se limitada devido à diferente solicitação muscular exigida para cada tipo de prova. Corredores velocistas usam com maior frequência a força e a potência muscular, enquanto corredores fundistas usam predominantemente a resistência muscular, devido à longa distância dos treinos e das provas, geralmente acima de 5.000 metros.

A taxa de incidência de lesão de 21% é corroborada pelos estudos de *Bovens et al. (1989)*, *Yamato et al. (2011)* e *Van Middelkoop et al. (2007)*. Porém, uma revisão sistemática (*Van Gent et al., 2007*) aponta que as taxas de lesões podem variar entre 17 a 79%, de acordo com o tipo de população estudada e a definição adotada para lesão musculoesquelética relacionada à corrida, uma vez que, na corrida, as lesões por sobrecarga nos membros inferiores acontecem principalmente na articulação do joelho (*Fredericson e Misra, 2007*) e, de forma semelhante, no presente estudo, as lesões registradas ocorreram nessa articulação, como acontece em corredores de longa distância (*Taunton et al., 2002; Van Gent et al., 2007*).

As possíveis limitações encontradas neste estudo podem estar relacionadas ao tamanho da amostra, apesar de ser semelhante a de outros trabalhos (*Goulart et al., 2008; Iossifidou e Baltzopoulos, 2000; Perrin et al., 1987, Portes et al., 2007*), e ao tempo de acompanhamento dos

corredores, que pode não ter sido suficiente para a identificação de lesões acumulativas por sobrecarga que ocorrem a partir de microtraumas (Hreljac, 2005). Outros estudos prospectivos, com maiores amostra e tempo de acompanhamento, devem ser feitos para investigar a relação entre o desequilíbrio muscular e a incidência de lesões em corredores de longa distância.

Conclusão

De acordo com os resultados deste estudo prospectivo, é possível concluir que medidas preventivas podem ser tomadas através da avaliação do desequilíbrio muscular em corredores de rua.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med* 1998;32(4):309-14.
- Bovens AM, Janssen GM, Vermeer HG, Hoerberigs JH, Janssen MP, Verstappen FT. Occurrence of running injuries in adults following a supervised training program. *Int J Sports Med* 1989;10(Suppl 3):S186-90.
- Carnahan H, Elliott D. Pedal asymmetry in the reproduction of spatial locations. *Cortex* 1987;23(1):157-9.
- Fredericson M, Misra AK. Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. *Sports Med* 2007;37(4-5):437-9.
- Goulart LF, Dias RMR, Altimari LR. Variação do equilíbrio muscular durante uma temporada em jogadores de futebol categoria sub-20. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(1):17-21.
- Hreljac A. Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2005;16(3):651-67.
- Hreljac A. Impact and overuse injuries in runners. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(5):845-9.
- Iossifidou AN, Baltzopoulos V. Peak power assessment in isokinetic dynamometry. *Eur J Appl Physiol* 2000;82(1-2):158-60.
- Kretsch A, Grogan R, Duras P, Allen F, Sumner J, Gillam I. 1980 Melbourne marathon study. *Med J Aust* 1984;141(12-13):809-14.
- Lopes AD, Costa LO, Saragiotto BT, Yamato TP, Adami F, Verhagen E. Musculoskeletal pain is prevalent among recreational runners who are about to compete: an observational study of 1049 runners. *J Physiother* 2011;57(3):179-82.
- Macera CA, Pate RR, Powell KE, Jackson KL, Kendrick JS, Craven TE. Predicting lower-extremity injuries among habitual runners. *Arch Intern Med* 1989;149(11):2565-8.
- Marti B, Vader JP, Minder CE, Abelin T. On the epidemiology of running injuries. The 1984 Bern Grand-Prix study. *Am J Sports Med* 1988;16(3):285-94.
- Maupas E, Paysant J, Datie AM, Martinet N, André JM. Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait Posture* 2002;16(3):304-12.
- 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.
- O'Sullivan K, O'Ceallaigh B, O'Connell K, Shafat A. The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of Irish Gaelic footballers. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:30.
- Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* 1997;25(1):81-5.
- Perrin DH, Robertson RJ, Ray RL. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and nonathletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;9(5):184-9.
- Portes EM, Portes LA, Botelho VG, Pinto SS. Isokinetic torque peak and hamstrings/quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. *Clinics* 2007;62(2):127-32.
- Pua YH, Bryant AL, Steele JR, Newton RU, Wrigley TV. Isokinetic dynamometry in anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37(4):330-40.
- Siqueira CM, Pelegrini FR, Fontana MF, Greve JM. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo* 2002;57(1):19-24.
- Strakowski JA, Jamil T. Management of common running injuries. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2006;17(3):537-52.
- Sugiura Y, Saito T, Sakuraba K, Sakuma K, Suzuki E. Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;38(8):457-64.
- Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run In Training' clinics. *Br J Sports Med* 2003;37(3):239-44.
- Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med* 2002;36(2):95-101.
- Terreri AS, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esport* 2001;7(5):170-4.
- van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *Br J Sports Med* 2007;41(8):469-80.
- van Middelkoop M, Kolkman J, van Ochten J, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW. Course and predicting factors of lower-extremity injuries after running a marathon. *Clin J Sport Med* 2007;17(1):25-30.
- van Middelkoop M, Kolkman J, Van Ochten J, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW. Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18(6):691-7.
- Yamamoto T. Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;33(2):194-9.
- Yamato TP, Saragiotto BT, Lopes AD. Prevalência de dor musculoesquelética em corredores de rua no momento em que precede o início da corrida. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2011;33(2):475-82.
- 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.