



Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE

www.rbceonline.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Relações entre flexibilidade de membros inferiores e índice de lesões em modalidades de resistência

Matheus Silva Norberto* e Enrico Fuini Puggina

Universidade de São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP), Ribeirão Preto, SP, Brasil

Recebido em 24 de maio de 2017; aceito em 4 de maio de 2018

Disponível na Internet em 2 de julho de 2018



PALAVRAS-CHAVE

Maleabilidade;
Lesões;
Esportes;
Medicina esportiva

KEYWORDS

Pliability;
Injuries;
Sports;
Sports medicine

Resumo O objetivo deste estudo transversal foi analisar as possíveis relações entre a flexibilidade de membros inferiores com histórico de lesões em modalidades de resistência: ciclismo, corrida, natação e *triathlon*. Vinte atletas de cada modalidade foram submetidos a um questionário e posteriormente a uma avaliação da flexibilidade por meio da goniometria que investigaram articulações que compreendem movimentação de quadril, joelho e tornozelo. Foram encontradas relações significantes entre a flexibilidade e o histórico de lesões. Essas relações foram positivas para corrida e *triathlon* e negativa para corrida. Também foi evidenciado que a flexibilidade específica de algumas porções referente a membros inferiores tem relações positivas e negativas com o histórico de lesão em regiões específicas do corpo. Conclui-se que a flexibilidade pode ter tido influência no histórico lesivo do praticante e essa relação é diferente entre modalidades de resistência.

© 2018 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Lower limb flexibility and injury index relationship on resistance modalities

Abstract The aim of this cross-section study was to analyze the possible relationships between lower limb flexibility and injury history in resistance modalities: cycling, running, swimming and triathlon. Twenty athletes of each modality were submitted to a questionnaire and later to an evaluation of flexibility through goniometry, investigating joints that comprise movement of: hip, knee and ankle. Significant relationships between flexibility and the history of injuries were found. Being the positive relations for running and triathlon and negative for running. It has also been shown that the specific flexibility of some portions regarding lower limbs has positive and

* Autor para correspondência.

E-mail: matheus.norberto@usp.br (M.S. Norberto).

PALABRAS CLAVE

Flexibilidade;
Lesiones;
Deportes;
Medicina deportiva

negative relationships with the injury history in specific regions of the body. It is concluded that flexibility may have had an influence on the practitioner's harmful history and this relationship is different between modalities of resistance.

© 2018 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Relación entre la flexibilidad de los miembros inferiores y el índice de lesiones en las modalidades de resistencia

Resumen El objetivo de este estudio transversal fue analizar las posibles relaciones entre la flexibilidad de los miembros inferiores y un historial de lesiones en modalidades de resistencia: ciclismo, atletismo, natación y triatlón. Veinte atletas de cada modalidad respondieron a un cuestionario y, posteriormente, se valoró su flexibilidad por medio de goniometría, para analizar las articulaciones que implican un movimiento de cadera, rodilla y tobillo. Se encontraron relaciones importantes entre la flexibilidad y el historial de lesiones. Estas relaciones fueron positivas en el atletismo y el triatlón, y negativas en el ciclismo. También se puso de manifiesto que la flexibilidad específica de algunas partes de los miembros inferiores tiene relaciones positivas y negativas con el historial de lesión en regiones específicas del miembro inferior. Se concluye que la flexibilidad puede haber influido en el historial lesivo del deportista y esta relación es diferente en función de la modalidad de resistencia.

© 2018 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A lesão é uma condição que o ser humano sempre estará exposto em ambientes de prática esportiva, podem ser de cunho agudo ou crônico (Gosling et al., 2013). Lesões crônicas são mais comuns entre os praticantes expostos a exercícios repetitivos com mesma cadeia cinética, resultam em desgaste estrutural cumulativo fruto desse estresse (Schwartzmann et al., 2012). Watson (Watson, 2001) propõe a lesão crônica como um processo multifatorial que pode envolver diferentes fatores, tais como desequilíbrio muscular, problemas posturais, mal desenvolvimento dos músculos estabilizadores, lesões antigas e baixos níveis de flexibilidade.

Conceituada como amplitude de movimento (ADM), a flexibilidade tem sido definida de diversas formas, geralmente tratada como amplitude articular ou a amplitude de movimento (Junior, 2007). É frequentemente requisitada no contexto esportivo, é uma capacidade que proporciona benefícios estruturais com potencial de prevenir lesões (Junior, 2007; Knapik, 2015; Babarinde et al., 2017). Isso é possível pois a estimulação da flexibilidade em longo prazo promove o aumento da produção de colágeno (Junior, 2007) e auxilia na proteção das articulações e dos músculos (Bradford, 2004).

Hunter e Spriggs (Hunter e Spriggs, 2000) propõem que um conjunto músculo-tendão com baixo grau de flexibilidade ao fazer um movimento com alta exigência de amplitude se torna rígido, pode acompanhar um rompimento

parcial ou total do conjunto músculo-tendão. Por outro lado, os autores complementam que a flexibilidade aumentada promove um aumento no ponto de distensão muscular e os movimentos podem ser feitos em um ângulo sem que haja rigidez muscular, facilita o movimento e diminui o estresse.

No contexto esportivo, a flexibilidade deve ser tratada de forma específica de acordo com sua exigência em cada esporte (Pion et al., 2015), deve ser considerado que atividades que demandem altas exigências de força podem ter seu desempenho comprometido quando há um aumento do nível de flexibilidade da porção envolvida no gesto motor (Sá et al., 2015).

Na natação a flexibilidade é um componente que apresenta relevância, uma vez que apresenta importância no desempenho do gesto esportivo (Aktug et al., 2018). A importância da flexibilidade na natação tem relações com a prevenção de lesões, dado que a ausência de amplitude de movimento no ombro muitas vezes é acompanhada de alterações posturais na finalidade de compensar o movimento, pode favorecer lesões (Matthews et al., 2017). Depois dos ombros, os membros inferiores são os segmentos corporais mais afetados por lesões de nadadores (de Mello et al., 2007), porção que também pode apresentar lesões em função da falta de flexibilidade combinada ao desequilíbrio muscular (Rodeo, 1999).

No ciclismo, porções como ombros, coluna e joelho estão entre as mais afetadas por lesões músculo-esqueléticas (Dahlquist et al., 2015), quadro que pode ser agravado pelo *overuse* (Pimentel e Pires, 2011). Dentre uma série de

fatores, a falta de flexibilidade também é um fator de risco para o desenvolvimento de dor na região lombar (Dahlquist et al., 2015). Nesse cenário, é possível que essa relação exista em função de um quadro de baixa flexibilidade resultar na falta de amplitude de movimento exercida pelos músculos biarticulares da ação motora do ciclismo, que por sua vez propiciarão dores na região lombar (Di Alencar et al., 2011). Outro quadro clínico frequente entre ciclistas é a gonalgia, caracterizado por dores no joelho decorrentes de desequilíbrio muscular, dissimetria de membros, mau posicionamento na bicicleta e pouca flexibilidade na região responsável pelo movimento de pedalar, é agravada pelo tipo de treino (Pimentel e Pires, 2011).

As lesões decorrentes da corrida são em sua maioria em membros inferiores e via de regra ocasionadas por mais de um fator (Pileggi et al., 2010). A relação entre a flexibilidade na corrida e as lesões devido à sua prática ainda não estão totalmente elucidadas. Hreljac, Marshall (Hreljac et al., 2000) propõem que a flexibilidade aumentada em corredores pode ter importante função na conservação dos tendões e ligamentos quando sofrem pressão do peso do corredor durante a corrida. Há evidências de que a flexibilidade reduzida na dorsiflexão do tornozelo pode, juntamente com outros fatores biomecânicos, favorecer ou agravar lesões de ordem tendíneas e músculo-esqueléticas na musculatura tibial anterior (Becker et al., 2017).

O *triathlon* apresenta um quadro de lesões muito semelhante ao da natação, ciclismo e corrida por ser um esporte que compreende as três modalidades juntas. Dessa forma, é encontrada maior incidência de lesões na coluna lombar, membros inferiores e ombros (Gosling et al., 2013). Andersen et al. (Andersen et al., 2013) concluíram que a maior parte das lesões no *triathlon* está relacionada com o *overuse*, sugere a necessidade de estudos que investiguem mecanismos de prevenção dessas ocorrências. Foi evidenciado que a flexibilidade tem importante função para avaliação funcional de triatletas com síndrome do trato-iliotibial (quadro de dores agudas na região lateral do joelho), sugere-se que exista uma relação entre esse tipo de lesão com a flexibilidade reduzida por parte do praticante (Winslow, 2014).

Mesmo que a natação, ciclismo, corrida e *triathlon* apresentem necessidades mecânicas diferentes do esportista, estudos evidenciam que indivíduos com maiores graus de flexibilidade podem estar menos expostos a lesões crônicas provenientes da prática esportiva (Matthews et al., 2017; Dahlquist et al., 2015; Becker et al., 2017; Winslow, 2014). Nesse cenário foi formulada a pergunta central: "Indivíduos com histórico de lesões apresentam níveis de flexibilidade reduzidos?"

Com o objetivo de contribuir ainda mais para o corpo de conhecimento acerca da capacidade motora e flexibilidade uma pergunta secundária foi elaborada: "A relação entre o grau de flexibilidade e o histórico de lesões é diferente entre diferentes esportes de resistência?"

Objetivo primário

Verificar se os indivíduos que apresentaram histórico de lesão estavam entre os menos flexíveis.

Objetivos secundários

1. Verificar a existência de relações entre a flexibilidade e o histórico de lesão em porções específicas (quadril, joelho, panturrilha/tíbia/fíbula, tornozelo/pé);
2. Estabelecer um limite seguro de flexibilidade para as porções que mostraram relação com lesão.

Material e métodos

O presente estudo foi feito em um modelo transversal e foi dividido em dois momentos; no primeiro os voluntários tiveram conhecimento sobre o estudo e suas finalidades e posteriormente assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. No segundo momento fez-se um protocolo de aquecimento seguido da mensuração da flexibilidade de alguns segmentos do membro inferior. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (nº 1.050.789).

Amostra

O estudo contou com 80 participantes com média de 32 ± 10 anos (faixa etária: 19 a 54), 20 ciclistas, 20 nadadores, 20 corredores e 20 triatletas, todos de sexo masculino. Os atletas de cada modalidade foram escolhidos por tempo de prática maior do que um ano e por tempo de treino semanal mínimo de quatro horas, assegurou-se que todos os participantes eram caracterizados como esportistas em treinamento regular nas modalidades de ciclismo, natação, corrida e *triathlon*. Foram incluídos na pesquisa participantes que já competiram ao menos uma vez em nível regional.

Questionário

Usou-se o questionário Perfil do Campeão da Cenesp-Uel, validado em um estudo que envolveu a investigação de lesão esportiva (de Rose et al., 2006), que tem por base a obtenção de informações com vistas a traçar um perfil socioeconômico e referentes ao histórico de lesões dos avaliados. Esse questionário pode fornecer informações de cunho psicossocial, nutricional, esportivo. Com vistas ao objetivo do presente estudo, foram usadas informações esportivas relacionadas a densidade do treinamento e lesões recorrentes da respectiva prática esportiva. Cabe ressaltar que os participantes foram instruídos a preencher com as informações relacionadas a prática de prevalência (natação, ciclismo, corrida ou *triathlon*).

Protocolo prévio à análise

Os participantes foram submetidos a um protocolo de alongamento ativo que consistia em contração e relaxamento da porção a ser analisada (Schuback et al., 2004). Cada contração foi mantida por 15 segundos, seguida por 15 minutos de relaxamento, e isso foi repetido três vezes.

Análise da flexibilidade

Os membros inferiores foram os alvos da análise por serem segmentos comuns frequentemente lesados nas quatro modalidades que compõe o estudo. Para analisar os graus de flexibilidade foi usada uma técnica de validade: goniometria (Gajdosik e Bohannon, 1987).

Foi mensurada a flexibilidade ativa do hemisfério direito por meio da goniometria manual (Goniômetro Sanny®), obteve-se a medida em graus. As articulações avaliadas foram: quadril (flexão, extensão, abdução e adução), joelho (flexão) e tornozelo (flexão plantar, flexão dorsal, abdução e adução). Apenas um avaliador, com experiência e traquejo da goniometria, fez a mensuração. Cabe ressaltar que sua avaliação foi baseada em recomendações de um guia para esse tipo de avaliação (Norkin e White, 1995).

Análise estatística

Todos os resultados foram analisados por meio do programa SPSS IBM 7.0. Após ter apresentado falta de normalidade, os dados descritivos foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar as diferenças entre os grupos. A relação entre o histórico de lesões e a flexibilidade foi evidenciada com a curva ROC para mensurar sensibilidade, especificidade e ponto de corte da flexibilidade como ferramenta capaz de discriminar quem apresentou histórico de lesões.

Dentre os parâmetros matemáticos fornecidos pela curva ROC, a sensibilidade representa a porcentagem de acerto estatístico em que a flexibilidade conseguiu definir quem tinha lesão como lesionado, enquanto a especificidade representa a porcentagem de acerto estatístico em que a flexibilidade foi capaz de definir quem não tinha lesão como não lesionado.

Outro parâmetro importante fornecido por esse modelo estatístico é o ponto de corte, que representa o limite de flexibilidade que melhor separa quem apresentou de quem não apresentou lesão. Neste estudo o ponto de corte é tratado como nível de risco (NR), sinalizou em qual taxa de flexibilidade foi encontrada maior incidência de histórico de lesões.

O ponto de corte foi definido a partir das coordenadas da curva, foi calculado o valor de flexibilidade que concomitantemente apresentou os maiores valores de especificidade e sensibilidade. Para todas as análises foi assumido um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Uma informação de relevância que foi acessada por meio dos questionários foi que todos os participantes tinham um técnico esportivo. Entretanto, apenas 19 de 80 participantes tinham acesso a outros recursos, como nutricionista, preparador físico, psicólogo, médico e/ou fisioterapeuta.

Foi evidenciado neste estudo que os esportistas do ciclismo e do *triathlon* faziam maior volume de treino comparado com corrida e natação. Não houve diferença entre

Tabela 1.1 Tabela descritiva das variáveis descritas em valores médios e desvio padrão dividida em modalidades e suas respectivas comparações realizadas com o teste de Kruskal-Wallis

	Natação	Ciclismo	Corrida	Triathlon
Idade (Anos)	38,7 ± 13,1	28,9 ± 6,3	30,8 ± 9,6	30,1 ± 6,9
Volume de treino semanal (Horas)	8,5 ± 6,6	15,9 ± 8,7 ^a	9,2 ± 5,1	14,2 ± 4,9 ^a
Flexão de Quadril (graus)	114,0 ± 10,5	114,1 ± 9,8	108,6 ± 8,3	110,5 ± 6,9
Extensão de Quadril (graus)	14,8 ± 5,9	11,7 ± 4,7	11,5 ± 5,2	14,2 ± 6
Adução de quadril (graus)	20,7 ± 5,5	21,0 ± 6,6	19,3 ± 6,9	23,9 ± 8
Abdução de quadril (graus)	46,1 ± 9,2	50,1 ± 4,5	51,5 ± 9,4	51,6 ± 8,9
Flexão de joelho (graus)	125,0 ± 5,9	128,1 ± 6,5	124,9 ± 7,2	127,2 ± 5,6
Flexão dorsal de tornozelo (graus)	16,3 ± 5,9	12,1 ± 5,5	14,1 ± 5,6	12,9 ± 6,6
Flexão plantar de tornozelo (graus)	57,9 ± 8,5	60,8 ± 10,5	54,8 ± 10,2	61,4 ± 10,5
Adução de tornozelo (graus)	37,0 ± 7,1	32,1 ± 7,3	35,0 ± 11,8	36,7 ± 8
Abdução de tornozelo (graus)	18,4 ± 6,3	20,4 ± 8,5	17,0 ± 11,9	22,1 ± 7,7

^a diferença significativa para os grupos corrida e natação sem apresentar diferença entre si ($p < 0,05$).

Tabela 1.2 Relatos de lesões acometidas pelo questionário

	Natação	Ciclismo	Corrida	Triathlon
Lesão no Ombro / braço (Casos)	0	0	4	3
Lesão no Quadril (Casos)	3	1	0	2
Lesão no Joelho (Casos)	9	5	6	4
Lesão no Tornozelo / pé (Casos)	2	1	1	1
Lesão na PTF (Casos)	2	5	0	7
Total de lesões (Casos)	16	12	11	17

PTF, região que compreende as porções musculares da panturrilha, tibia e fíbula.

Tabela 2 Flexibilidade média encontrada para as porções analisadas para membros inferiores e suas respectivas relações com histórico de lesão no histórico da modalidade. Significâncias estabelecidas pela curva ROC

Porção analisada	Natação	Ciclismo	Corrida	Triathlon
Flexão de quadril	114 ± 10,5	114,1 ± 9,8	108,6 ± 8,3	110,5 ± 6,9 ^a
Extensão de quadril	14,8 ± 5,9	11,7 ± 4,7	11,5 ± 5,2	14,2 ± 6
Adução de quadril	20,7 ± 5,5	21,0 ± 6,6	19,3 ± 6,9 ^b	23,9 ± 8
Abdução de quadril	46,1 ± 9,2	50,1 ± 4,5 ^c	51,5 ± 9,4	51,6 ± 8,9
Flexão de joelho	125 ± 5,9	128,1 ± 6,5 ^c	124,9 ± 7,2	127,2 ± 5,6
Flexão dorsal de tornozelo	16,3 ± 5,9	12,1 ± 5,5	14,1 ± 5,6	12,9 ± 6,6
Flexão plantar de tornozelo	57,9 ± 8,5	60,8 ± 10,5	54,8 ± 10,2	61,4 ± 10,5
Adução de tornozelo	37 ± 7,1	32,1 ± 7,3	35,0 ± 11,8 ^d	36,7 ± 8
Abdução de tornozelo	18,4 ± 6,3	20,4 ± 8,5	17,0 ± 11,9	22,1 ± 7,7

Relação negativa (↓flexibilidade ↑histórico de lesão): ^b p<0,05; ^c p<0,01; Relação positiva (↑flexibilidade ↑histórico de lesão): ^d p<0,05; ^a p<0,01.

Tabela 3 Relações evidenciadas pela curva ROC quanto à flexibilidade e lesões em regiões específicas para cada modalidade

Relações analisadas	Sens. (%)	Espec. (%)	NR(graus)	Sig.
↓Abdução de quadril no ciclismo e lesão	85,7	76,9	≤45	,029
↓Flexão de joelho no ciclismo e lesão	85,7	69,2	≤125	,032
↑Adução de quadril na corrida e lesão	88,9	63,6	>16	,033
↑Adução de tornozelo na corrida e lesão	55,6	100	>44	,033
↑Flexão de quadril no triathlon e lesão	87,5	83,3	>110	,002

Espec., especificidade; NR, nível de risco; Sens., sensibilidade; Sig., significância.

os níveis de flexibilidade para os praticantes de diferentes modalidades (tabela 1.1).

Pelo questionário também foi possível visualizar que o maior número de casos de lesão foi encontrado entre os participantes de triathlon seguido da natação, ciclismo e corrida respectivamente (tabela 1.2).

O procedimento estatístico (Curva ROC) não evidenciou relações entre o histórico de lesões com volume de treino de treino semanal. Entretanto, foi possível identificar relação positiva (indivíduos com maior flexibilidade apresentaram histórico de lesão positivo) entre a flexibilidade de flexão de quadril com o histórico de lesões no triathlon, flexibilidade de adução de quadril e adução de tornozelo com o histórico de lesões na corrida (tabela 2). A curva ROC evidenciou relação negativa (indivíduos com menor flexibilidade apresentaram histórico de lesão positivo) entre abdução de quadril e flexão de joelho com o histórico de lesões no ciclismo.

Além disso, a curva ROC providenciou outros parâmetros, como NR, valor que representa a fração da flexibilidade, na qual foi encontrada a maior quantidade de participantes com histórico de lesão para determinada modalidade, e percentis de sensibilidade e especificidade da flexibilidade de discriminar quem relatou e não relatou lesão (tabela 3).

O tratamento estatístico evidenciou a existência de relações quando foi comparada flexibilidade das diferentes regiões dos membros inferiores de maneira geral (conjunto de todas as modalidades) com histórico de lesões em porções específicas (tabela 4). Foram encontradas relações positivas entre flexibilidade de flexão de quadril com histórico de lesões no tornozelo/pé, flexibilidade de extensão de quadril com histórico de lesões na PTF, flexibilidade de adução de tornozelo com histórico de lesões no joelho. A única relação negativa encontrada foi entre a flexibilidade de extensão de quadril com histórico de lesões no quadril (tabela 4).

Tabela 4 Relações contendo todas as modalidades juntas evidenciadas pela curva ROC quanto a lesões e porções específicas afetadas

Relações analisadas	Sens. (%)	Espec. (%)	NR(graus)	Sig.
Lesão no quadril e ↓extensão de quadril	83,8	66,7	≤18	,043
Lesão no joelho e ↑adução de tornozelo	71,9	60,9	>30	,010
Lesão no tornozelo/pé e ↑flexão de quadril	66,7	100	>108	,005
Lesão na PTF e ↑extensão de quadril	54,5	78,6	>12	,043

Espec., especificidade; NR, nível de risco; Sens., sensibilidade; Sig., significância.

Além disso, foi possível verificar valores de NR e percentis de sensibilidade e especificidade da flexibilidade de discriminar quem relatou e não relatou lesão nesses casos (tabela 4).

Discussão

Retomando a pergunta central: “Indivíduos com histórico de lesões apresentam níveis de flexibilidade reduzidos?” O presente estudo verificou que essa afirmação não é verdadeira, uma vez que participantes com histórico de lesão apresentaram, em certas circunstâncias, níveis de flexibilidade aumentados em comparação com indivíduos que não sofreram lesões. Portanto, é possível que também exista uma relação positiva entre o histórico de lesões e a flexibilidade do praticante.

Também foi formulada a pergunta “A relação entre o grau de flexibilidade e o histórico de lesões é diferente entre diferentes esportes de resistência?” O presente estudo verificou que, apesar de não haver diferenças estatísticas entre o perfil de flexibilidade dos diferentes esportes, existem diferenças das relações entre o grau de flexibilidade e o histórico de lesões entre os esportes de resistência analisados.

Resultados descritivos

Dentre os resultados do presente estudo, verificou-se a elevada incidência de lesões de joelhos (tabela 1.2), o que corrobora a literatura referente ao ciclismo (Pimentel e Pires, 2011), corrida (Pileggi et al., 2010) e triathlon (Andersen et al., 2013). Na natação houve maior histórico de lesões nos joelhos do que nos ombros (tabela 1.2), isso pode ser explicado pelo perfil dos participantes, os quais disputavam provas de todos os estilos. Lesões de ombro em nadadores são, em grande parte, resultantes de inúmeros fatores somados ao *overuse* (Matthews et al., 2017), enquanto lesões no joelho são recorrentes, principalmente, por nadadores do estilo peito (Rodeo, 1999), contexto que se aproxima do resultado encontrado no presente estudo, uma vez que grande parte dos avaliados apresentou baixo volume de treino. Rodeo (Rodeo, 1999) relata a síndrome patelo-femoral como um diagnóstico usual entre nadadores, suas causas mais comuns são a diferença de força entre músculos agonistas e antagonistas, falta de flexibilidade e resistência muscular periférica.

Apesar de o escopo deste estudo ser a flexibilidade, é importante salientar a falta de relação entre o volume de treino e o histórico de lesão, informação que potencialmente poderia sugerir falta de relação entre as lesões esportivas com *overuse*. Dentre as interpretações para esse resultado, a questão mais provável remete à comparação de dois momentos diferentes. A atual carga de treinamento não retrata o momento específico em que os participantes tiveram a lesão, dessa forma é possível que os participantes estejam em um ritmo de treinamento diferente da situação pela qual foi acometida uma lesão, o que explica a falta de relação entre o histórico de lesão e o volume de treinamento.

Relações entre a flexibilidade e o histórico de lesão

A natação foi a única modalidade em que não apresentou relações entre lesões e a flexibilidade (tabela 2). Maffulli, King (Maffulli et al., 1994) estudaram flexibilidade de atletas adolescentes de algumas modalidades e constataram que os atletas que sofreram menos lesões em seu estudo foram os nadadores, também apresentaram altos níveis de flexibilidade comparados aos de outras modalidades analisadas.

Uma parcela significativa dos ciclistas que apresentaram histórico de lesões, de fato, apresentava índices de flexibilidade mais baixos em dois segmentos específicos (tabela 2). De forma adicional, o tratamento estatístico forneceu a informação de que os ciclistas que apresentaram histórico de lesão estavam com a taxa de flexibilidade de abdução de quadril menor do que 45° e valores de flexão de joelho menores do que 125° (tabela 3). Pimentel e Pires (Pimentel e Pires, 2011) sugerem que desequilíbrios musculares associados ao baixo desenvolvimento da flexibilidade da articulação do joelho podem desencadear tendinopatia rotuliana, síndrome do trato-iliotibial e outros tipos de gonalgia em ciclistas.

O trato-iliotibial é uma banda muscular posicionada na parte lateral da perna, responsável por estabilizar e auxiliar na flexão de joelho e abdução de quadril (Winslow, 2014). Portanto, a flexibilidade reduzida no joelho e no quadril pode comprometer a articulação do joelho e, somada a outros fatores, pode promover a manifestação de lesões como a síndrome do trato-iliotibial (Winslow, 2014).

A literatura evidencia que a flexibilidade aumentada em corredores tem importante papel para preservar tendões e ligamentos da pressão que o peso exerce sobre o corpo durante a corrida (Hreljac et al., 2000). Entretanto, no presente estudo foi encontrado que a flexibilidade aumentada nos movimentos de adução de quadril e adução de tornozelo pode estar associada com a ocorrência de lesões (tabela 2). De forma complementar a essa informação, verificou-se que um número significativo de corredores que tinham histórico de lesão apresentava valores de flexibilidade acima de 16 graus para a adução de quadril e de 44 graus na adução de tornozelo (tabela 3).

Becker et al. (Becker et al., 2017) evidenciaram que corredores que apresentaram níveis de flexibilidade reduzido (próximo a 6°) no movimento de flexão dorsal do tornozelo estavam mais propensos a ter lesões de ordem músculo-tendínea na região da tíbia e panturrilha, níveis seguros estariam próximos de 11°. No presente estudo os corredores apresentaram níveis médios de flexibilidade de 14° para a flexibilidade de flexão dorsal do tornozelo sem haver relação com histórico de lesões, dessa forma é possível que as informações de Becker et al. (Becker et al., 2017) se confirmem por esse resultado encontrado no presente estudo.

A flexibilidade reduzida em corredores de certa forma pode ser entendida como uma adaptação benéfica, principalmente relacionada ao desempenho. Corredores que exibem boa estabilidade no padrão de movimento de corrida ao decorrer da atividade apresentam uma diminuição do consumo de oxigênio (Jenkins e Beazell, 2010). Nesse caso, é possível que um conjunto músculo-tendão que apresenta menor grau de movimento tenha maior estabilidade durante o desgaste da corrida, o que favorece o desempenho. Apesar

de existir uma linha tênue entre o desempenho e o risco de lesão, aumentar a flexibilidade parece não ter efeitos para minimizar ou maximizar o risco de lesão (Baltich et al., 2017).

Dentre os resultados encontrados no presente estudo, foi evidenciado fortemente que os triatletas que apresentaram histórico de lesões eram providos de flexibilidade que ultrapassam 110° na articulação responsável pela flexão de quadril (tabela 3). Apesar dessa forte relação ($p < 0,01$) (tabela 2), não foi possível visualizar qual porção do corpo poderia ser prejudicada pela exacerbada flexibilidade de flexão do quadril.

Apesar de não existirem estudos específicos de flexibilidade no *triathlon* que sustentem essa informação, Knapik, Bauman (Knapik et al., 1991) encontraram em seu estudo que o desequilíbrio entre flexibilidade dos membros inferiores, principalmente no que diz respeito à extensão de quadril, pode ser um fator que predispõe atletas a lesões. Assim como no presente estudo (tabela 2 e 3), Knapik, Bauman (Knapik et al., 1991) também encontraram relações entre flexibilidade de quadril e lesões. Os autores justificam que o desequilíbrio da flexibilidade do quadril relaciona-se com lesões de forma geral, mas não esclareceram que tipos de lesões podem ser acometidas.

No cenário de flexibilidade do quadril, vários resultados do presente estudo confirmam a instabilidade dessa articulação por meio da flexibilidade alterada. Primeiramente, foi evidenciada uma relação significativa entre os participantes que apresentaram relatos de lesões no quadril e baixos níveis de flexibilidade do movimento de extensão de quadril (tabela 4). Além disso, uma parcela significativa dos participantes que apresentaram relatos de lesão na PTF estava com altos índices de flexibilidade para a extensão de quadril. (tabela 4). Por fim, também foi evidenciado que grande parte dos participantes que apresentaram histórico de lesões na porção do tornozelo/pé apresentavam altos níveis de flexibilidade de flexão do quadril (tabela 4). Esses resultados apontam que o quadril é uma porção sensível, é frequentemente relacionada com lesões em membros inferiores ao ser exposta a diferentes taxas de flexibilidade, informações que confirmam os estudos de Knapik, Bauman (Knapik et al., 1991).

Finalmente, os participantes que apresentaram lesões no joelho apresentaram altos níveis de flexibilidade para região de adução de tornozelo, (tabela 3). Adicionalmente a essa informação, foi encontrado que grande parte desses participantes que apresentaram histórico de lesão para essa porção apresentavam flexibilidade de adução de tornozelo acima de 30° (tabela 4). Apesar de não existirem relatos sobre esse resultado, Becker et al. (Becker et al., 2017) relataram que corredores que mantêm uma abdução de tornozelo exacerbada durante a marcha estavam mais propensos a estressar a estrutura musculoesquelética e tendínea e provocar lesões como tendinopatias e periostites na região dos membros inferiores.

Limitações

Apesar da validade do questionário para investigar o histórico de lesões esportivas, uma das limitações do estudo é referente a questões da época pela qual o participante se

lesionou. É possível que, em casos nos quais a lesão é mais antiga, o participante tenha passado por diferentes tratamentos (inclusive programas de alongamento) que poderiam limitar as conclusões do presente artigo. Além disso, com o questionário não foi possível identificar se as lesões foram provenientes do treino ou da competição em si.

A fim de aumentar a validade e confiabilidade do estudo, os autores optaram por um tratamento estatístico substancial que garantiu a comparação fidedigna entre dados qualitativos e quantitativos (Curva ROC), uma vez que muitos estudos optam por categorizar os valores quantitativos para facilitar o uso de estatística.

Conclusão

A flexibilidade pode ter tido influência no histórico lesivo do praticante, depende da modalidade. Considerando que a flexibilidade foi relacionada positiva e negativamente com histórico de lesão, cada esporte de resistência parece responder a essa questão de forma diferente.

Em função de este estudo voltar seus esforços para uma comparação dos relatos de incidência de lesão com a atual da flexibilidade, mais estudos devem voltar seus esforços para investigar essa relação de forma mais íntima e direta, a fim de diminuir o viés temporal da comparação.

Comitê de ética

Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (n° 1.050.789).

Responsável

Matheus S. Norberto, Marques da Cruz 1.471, apartamento 11, Vila Monte Alegre, Ribeirão Preto – SP. E-mail: matheus.norberto@usp.br

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

A todas as equipes que participaram das análises: equipe de natação master de Rio Claro, equipe adulta de corrida de Rio Claro, ciclistas da equipe Velo Clube Rio Claro, corredores da equipe Cefer/USP de Ribeirão Preto, corredores da equipe da Faculdade de Medicina da USP de Ribeirão Preto, triatletas e nadadores da escola de natação Pedro Baldo e aos demais triatletas.

Referências

Gosling CM, Forbes AB, Gabbe BJ. Health professionals' perceptions of musculoskeletal injury and injury risk factors in Australian triathletes: A factor analysis. *Physical Therapy in Sport* 2013;14(4):207–12.

- Schwartzmann NS, dos Santos FC, Bernardinelli E. Dor no ombro em nadadores de alto rendimento: possíveis intervenções fisioterapêuticas preventivas. *Revista de Ciências Médicas* 2012;14(2).
- Watson AWS. Sports injuries related to flexibility, posture, acceleration, clinical defects, and previous injury, in high-level players of body contact sports. *International journal of sports medicine* 2001;22(03):222–5.
- Junior AA. Alongamento e flexibilidade: definições e contraposições. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde* 2007;12(1):54–8.
- Knapik J. The Importance of Physical Fitness for Injury Prevention: Part 2. *Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals* 2015;15(2):112–5.
- Babarinde O, Ismail H, Schellack N. An overview of the management of muscle pain and injuries. *South African Family Practice* 2017;59(5):11–9.
- Bradford M. Lifestyle: The benefits of stretching. *Europe Intelligence Wire* 2004:5.
- Hunter DG, Spriggs J. Investigation into the relationship between the passive flexibility and active stiffness of the ankle plantar-flexor muscles. *Clinical Biomechanics* 2000;15(8):600–6.
- Pion J, Segers V, Fransen J, Debuyck G, Deprez D, Haerens L, et al. Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. *European journal of sport science* 2015;15(5):357–66.
- Sá MA, Neto GR, Costa PB, Gomes TM, Bentes CM, Brown AF, et al. Acute effects of different stretching techniques on the number of repetitions in a single lower body resistance training session. *Journal of human kinetics* 2015;45(1):177–85.
- Aktug ZB, Iri R, Top E. The Investigation of the Relationship between Children's 50m Freestyle Swimming Performances and Motor Performances. *Asian Journal of Education and Training* 2018;4(1):41–4.
- Matthews MJ, Green D, Matthews H, Swanwick E. The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. *Physical Therapy in Sport* 2017;23:118–22.
- de Mello DN, da Silva AS, José FR. Lesões musculoesqueléticas em atletas competidores da natação. *Fisioterapia em Movimento* 2007;20(1):123–7.
- Rodeo SA. Knee pain in competitive swimming. *Clinics in sports medicine* 1999;18(2):379–87.
- Dahlquist M, Leisz M-C, Finkelstein M. The club-level road cyclist: injury, pain, and performance. *Clinical journal of sport medicine* 2015;25(2):88–94.
- Pimentel S, Pires F. Lesões crônicas do joelho em ciclistas. *Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação* 2011;20(1).
- Di Alencar TAM, Matias KF, Bini RR, Carpes FP. Revisão etiológica da lombalgia em ciclistas. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte* 2011;33(2):507–28.
- Pileggi P, Gualano B, Souza M, Caparbo VdF, Pereira RMR, Pinto ALdS, et al. Incidência e fatores de risco de lesões osteomioarticulares em corredores: um estudo de coorte prospectivo. *Rev Bras Educ Fis Esporte*, São Paulo 2010;24(4):453–62.
- Hreljac A, Marshall RN, Hume PA. Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. *Medicine and science in sports and exercise* 2000;32(9):1635–41.
- Becker J, James S, Wayner R, Osternig L, Chou L-S. Biomechanical Factors Associated With Achilles Tendinopathy and Medial Tibial Stress Syndrome in Runners. *The American journal of sports medicine* 2017;45(11):2614–21.
- Andersen CA, Clarsen B, Johansen TV, Engebretsen L. High prevalence of overuse injury among iron-distance triathletes. *British journal of sports medicine* 2013, bjsports-2013-092397.
- Winslow J. Treatment of lateral knee pain using soft tissue mobilization in four female triathletes. *International journal of therapeutic massage & bodywork* 2014;7(3):25.
- de Rose G, Tadiello FF, de Rose D. Lesões esportivas: um estudo com atletas do basquetebol brasileiro. *Lecturas: Educación física y deportes* 2006(94):19.
- Schuback B, Hooper J, Salisbury L. A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility. *Physiotherapy* 2004;90(3):151–7.
- Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Physical Therapy* 1987;67(12):1867–72.
- Norkin C, White D. Medida da amplitude de movimento articular: um guia para goniometria. Philadelphia: FA Davis Co; 1995.
- Maffulli N, King J, Helms P. Training in elite young athletes (the Training of Young Athletes (TOYA) Study): injuries, flexibility and isometric strength. *British Journal of Sports Medicine* 1994;28(2):123–36.
- Jenkins J, Beazell J. Flexibility for runners. *Clinics in Sports Medicine* 2010;29(3):365–77.
- Baltich J, Emery C, Whittaker J, Nigg B. Running injuries in novice runners enrolled in different training interventions: a pilot randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2017;27(11):1372–83.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 1991;19(1):76–81.