



Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE

www.rbceonline.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Avaliação do índice de fadiga muscular de flexores e extensores de joelho em indivíduos ativos e sedentários

Raynara Fonsêca dos Santos^{a,*}, William Monteiro de Freitas Júnior^b
e Rogério Olmedija de Araújo^c

^a Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Manaus, AM, Brasil

^b Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Fisioterapia Traumato-Ortopédica e Desportiva, Manaus, AM, Brasil

^c Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Morfologia, Manaus, AM, Brasil

Recebido em 17 de janeiro de 2018; aceito em 5 de outubro de 2018

PALAVRAS-CHAVE

Joelho;
Fadiga;
Músculo quadríceps;
Músculos isquiotibiais

KEYWORDS

Knee;
Fatigue;
Quadriceps muscle;
Hamstring muscles

Resumo

Objetivo: Avaliar a fadiga muscular de flexores e extensores de joelho em indivíduos ativos e sedentários.

Metodologia: Foram aplicados o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q) e exame clínico funcional, a fim de garantir a segurança durante a dinamometria isocinética, executada em três séries de cinco repetições dos movimentos de flexão e extensão do joelho, nas velocidades 120°/s, 180°/s e 240°/s.

Resultados: Indivíduos sedentários obtiveram maior índice de fadiga, essa diferença foi significativa nos isquiotibiais esquerdos.

Conclusão: É importante determinar o índice de fadiga, uma vez que a fatigabilidade da musculatura interfere diretamente no desempenho muscular e no aparecimento de lesões.

© 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/>).

Evaluation of the muscle failure of knee's flexors and extensors in active and sedentary individuals

Abstract

Objective: To evaluate the muscular fatigue of flexors and knee extensors in active and sedentary individuals.

* Autor para correspondência.

E-mail: raynara_fs@outlook.com (R.F. Santos).

<https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.10.002>

0101-3289/© 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/>).

PALABRAS CLAVE

Rodilla;
 Fatiga;
 Músculo cuádriceps;
 Músculos
 isquiotibiales

Methodology: The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), Physical Activity Alert Questionnaire (PAR-Q) and functional clinical examination were performed in order to guarantee safety during Isokinetic Dynamometry, performed in 3 sets of 5 repetitions of the knee flexion and extension movements, at speeds 120°/s, 180°/s and 240°/s.

Results: Sedentary individuals had a higher fatigue index, being this difference significant in the left hamstrings.

Conclusion: It is important to determine the fatigue index, since the fatigue of the muscles directly interferes with the muscular performance and the appearance of injuries.

© 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/>).

Evaluación del índice de fatiga muscular de flexores y extensores de rodilla en individuos activos y sedentarios

Resumen

Objetivo: Evaluar la fatiga muscular de flexores y extensores de rodilla en individuos activos y sedentarios.

Metodología: Se aplicó el Cuestionario Internacional de la Actividad Física (IPAQ), el Cuestionario de Preparación para la Actividad Física (PAR-Q) y un examen clínico funcional a fin de garantizar la seguridad durante la dinamometría isocinética llevada a cabo en 3 series de 5 repeticiones de los movimientos de flexión y extensión de la rodilla, a velocidades de 120°/s, 180°/s y 240°/s.

Resultados: Los individuos sedentarios obtuvieron mayor índice de fatiga y esa diferencia fue importante en los isquiotibiales izquierdos.

Conclusión: Es importante establecer el índice de fatiga ya que la fatiga de la musculatura interfiere directamente en el rendimiento muscular y en la aparición de lesiones.

© 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 fadiga muscular pode ser definida como o declínio do desempenho dinâmico de um músculo durante o exercício (Santos et al., 2008; Emge et al., 2013). Outros autores conceituam a fadiga como a redução induzida da capacidade de um músculo de gerar força, que depende de muitos fatores neurais periféricos e centrais, do tipo de fibra muscular e consequentemente do tipo de ativação dessa musculatura (Maffioletti et al., 2007). Além disso, nesse processo há o comprometimento do controle e da coordenação da musculatura, é considerado um fator relevante para o aumento do risco para a ocorrência de lesões em articulações como o joelho durante a prática de exercícios físicos (Paillard, 2012; Paquette et al., 2017).

Em termos bioquímicos e fisiológicos, a fadiga do mecanismo contrátil se dá pela depleção das reservas energéticas de trifosfato de adenosina (ATP) e fosfocreatina (PC), das reservas de glicogênio muscular e pelo acúmulo de ácido láctico, que alteram a função contrátil muscular e favorecem, assim, desequilíbrios musculares e consequentemente

o surgimento de lesões (Jerônimo, 2016; Navarro e Sousa, 2010).

A elevada incidência de lesões desportivas está associada a déficits no sistema sensorio-motor, com a diminuição do controle neuromuscular e da estabilidade muscular dinâmica (Oliveira et al., 2008). Adicionalmente, essa alteração no controle neuromuscular contribui para alterações na propriocepção de diversas articulações, é um fator de risco para lesões ligamentares (Ribeiro e Oliveira, 2008).

A fadiga pode induzir ao declínio da propriocepção do joelho e ocasionar, assim, a diminuição da estabilidade e a limitação na marcha, torna-se um fator de risco de lesão ligamentar e, consequentemente, limita as atividades diárias (Fonseca, 2007; Ribeiro e Oliveira, 2008; Camanho, 2009). Carvalhais et al. (2013) destacam que a fadiga dos músculos quadríceps femoral e isquiotibiais parece contribuir para a ocorrência de ruptura do ligamento cruzado anterior.

A avaliação da fadiga torna-se relevante uma vez que quando um músculo diminui sua força e potência, perde habilidade e precisão na execução dos movimentos e passa

a ficar suscetível à lesão em decorrência da acentuação dos desequilíbrios musculares (Weber et al., 2012).

Embora haja muitos estudos que relacionam a fadiga diretamente à função neuromuscular, Enoka e Duchateau (2016) alertam para lacunas consideráveis no conhecimento sobre os mecanismos subjacentes ao tema, associadas à escassez de modelos experimentais válidos, uma vez que inúmeros fatores influenciam a fadiga ou a percepção dela pelo indivíduo. Bachur e Vezzani (2011) descrevem que as medidas de força alcançada em testes de força máxima são maiores próximo do fim do dia e do início da noite e justificam que isso provavelmente ocorre pelo fato de a temperatura corpórea nesse horário do dia ser maior. Isso provoca o aumento do metabolismo e da cronaxia, essa definida como tempo necessário para se obter uma resposta ou gerar um potencial de ação na fibra (Russo et al., 2004).

Para Weber et al. (2012), a resistência à fadiga e a habilidade de recuperação de um músculo durante exercícios intermitentes de alta intensidade são atributos importantes da função neuromuscular, estão associados à maturação biológica, ao sexo e ao nível de treinamento de cada indivíduo. Os autores citam ainda em sua revisão de literatura que uma das formas de avaliar a fadiga é por meio da dinamometria isocinética, considera-se nesse caso a diferença dos picos de torque entre as primeiras e as últimas repetições feitas durante o teste, porém não há ainda uma padronização de modelo para esse tipo de avaliação.

A dinamometria isocinética é considerada um recurso rápido e confiável para obtenção de variáveis relacionadas à performance muscular, como torque, trabalho, relação agonista/antagonista e índice de fadiga (Dvir, 2002; Bittencourt et al., 2005; Bachur e Vezzani, 2012). Adicionalmente, os dados fornecidos por esse tipo de instrumentação podem ser usados para nortear programas voltados para a prevenção de lesão em grupos específicos de sujeitos (Ferreira et al., 2010; Potulski et al., 2011).

O joelho é uma das articulações mais acometidas por lesões agudas ou crônicas ocorridas pela sua sobrecarga constante e dependência de estabilizadores dinâmicos (Nunes et al., 2013). Assim, torna-se relevante investigar o índice de fadiga da musculatura flexora e extensora entre indivíduos treinados e não treinados, haja vista que tanto a fadiga como os desequilíbrios musculares predispõem os indivíduos a lesões nessa articulação.

Material e métodos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/Ufam (Parecer 1.772.003; CAAE: 58825416.1.0000.5020) e feito de acordo com as recomendações éticas e legais contidas na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS (Conselho Nacional de Saúde, 2012).

Trata-se de um estudo do tipo transversal de cunho quantitativo, feito na Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), no Laboratório de Estudos do Desempenho Humano (Ledehu).

Amostra

Participaram da pesquisa sujeitos regularmente matriculados no curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), que concordaram em participar da pesquisa detalhada no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram excluídos sujeitos submetidos a um procedimento cirúrgico no quadril e/ou joelho; que tiveram diagnóstico confirmado para hipertensão arterial sistêmica e/ou trombose; que tinham fratura mal consolidada em membros inferiores (MMII); acadêmicos que apresentaram déficit cognitivo e/ou limitação na amplitude de movimento da articulação do joelho; sentiram desconforto ou constrangimento ao fazer a avaliação; que durante o exame clínico apresentaram testes ortopédicos positivos para lesões articulares; e os que não aceitaram participar da pesquisa ou não assinaram o TCLE.

A primeira etapa da pesquisa foi composta pela aplicação do Questionário Internacional de Atividade Física/Ipaq (Matsudo et al., 2001), composto por oito perguntas que consistem em classificar os indivíduos em grupos de ativos e sedentários por meio da frequência e duração da feitura semanal de caminhada e atividades moderadas e/ou vigorosas. Após a divisão dos grupos, os indivíduos foram submetidos à aplicação do Questionário de Prontidão para Atividade Física/PAR-Q (Thomas et al., 1992), composto por oito questões, sete com as opções “sim” e “não” e uma questão objetiva, na qual o paciente pode relatar algum outro problema de saúde, seja de ordem física ou psicológica, que impeça a sua participação na atividade proposta. O questionário tem o intuito de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física, essa necessidade é confirmada caso o indivíduo responda “sim” a pelo menos duas perguntas.

A tabela 1 indica o total de sujeitos que participaram da pesquisa distribuídos quanto ao nível de atividade física, gênero e média de idade.

Procedimentos

Todos os sujeitos da pesquisa foram submetidos a um exame clínico funcional referente à articulação do joelho, com a finalidade de diagnosticar lesão prévia que viesse a gerar qualquer viés nos resultados do teste. O exame clínico foi composto por anamnese, inspeção e palpação da articulação do joelho, testes ortopédicos ligamentares (Lachman, gaveta anterior e posterior, *pivot shift*, estresse em valgo e estresse em varo), testes meniscais (McMurray

Tabela 1 Caracterização da amostra e resultado do IPAQ

| Indivíduo | N | % | Média ± DP (Idade) |
|----------------------|----|------|--------------------|
| Homens ativos | 10 | 20,4 | 21,80±2,86 |
| Homens sedentários | 14 | 28,6 | 21,57±2,68 |
| Mulheres ativas | 10 | 20,4 | 21,80±2,30 |
| Mulheres sedentárias | 15 | 30,6 | 21,07±2,25 |
| Total | 49 | 100 | 21,69±2,45 |

%, porcentagem; DP: desvio-padrão.

Fonte: o autor.

Tabela 2 Índice de fadiga dos sujeitos considerando apenas ativos e sedentários independentemente do sexo

| Grupo muscularavaliado | Média do IF – ativos (%) | Média do IF – sedentários (%) | Kolmogorov-Smirnov Z (p < 0,05) |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Quadríceps direito | 24,80 | 25,14 | 0,750 |
| Quadríceps esquerdo | 25,25 | 24,83 | 0,933 |
| Isquiotibial direito | 23,65 | 25,93 | 0,682 |
| Isquiotibial esquerdo | 20,80 | 27,90 | 0,044 |

%, porcentagem; IF, índice de fadiga.

Fonte: o autor.

e Compressão de Apley) e testes para a articulação patelofemoral (Sinal de Clarke e Patela Flutuante), que foram feitos para verificar a integridade dessas estruturas anatômicas e conseqüentemente diagnosticar qualquer lesão dessas estruturas, o que inviabilizaria a participação do sujeito no restante da pesquisa. Em seguida foi feito aquecimento em esteira ergométrica, na velocidade de 5 Km/h durante 10 minutos.

Para a avaliação isocinética computadorizada foi usado o *BiodexTM Multi Joint System 4Pro*, do Ledehu/Ufam. Uma vez posicionado no equipamento, o indivíduo recebia informações sobre o procedimento. Foram executadas três séries de cinco repetições concêntricas para flexão e extensão do joelho (Potulski et al., 2011; Preis et al., 2016) nas velocidades 120°/s, 180°/s e 240°/s, as quais são consideradas médias e altas velocidades (Wibeling et al., 2009; Vidmar et al., 2011; Ceriotti et al., 2012).

Para segurança na feitura do teste, foram aferidas a pressão arterial e a frequência cardíaca anteriormente ao teste e imediatamente após cada série. Cada indivíduo iniciou a avaliação pelo seu membro inferior dominante, o qual foi obtido através de questionamento simples durante cadastro na base de dados do dinamômetro.

O índice de fadiga (IF) foi obtido por meio da equação matemática proposta por Sforzo e Touey (1996), que calcula a diferença entre o trabalho total (TT) da primeira série (120°/s) e o trabalho total (TT) da última série (240°/s), dividida pelo trabalho total (TT) da série 1 (120°/s) e multiplicada por 100, o resultado é ado em porcentagem conforme demonstrando na fórmula abaixo:

$$IF = (TT_{1a\ série} - TT_{última\ série}) / (TT_{1a\ série}) \times 100$$

IF = índice de fadiga; TT = trabalho total

Análise dos dados

Os dados foram analisados *a priori*, por meio de estatística descritiva. Os valores foram obtidos por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov Z, para análise de homogeneidade, por meio do programa *Statistical Package for the Social Sciences*

(SPSS 16.0), admitiu-se um valor de $p < 0,05$ para significância estatística.

O Kolmogorov-Smirnov (KS ou K-S) é um teste não paramétrico sobre a igualdade de distribuições de probabilidade contínuas e unidimensionais que pode ser usado para comparar uma amostra com uma distribuição de probabilidade de referência (uniamostrais) ou duas amostras uma com a outra (biamostrais). O biamostrais é um dos métodos não paramétricos mais úteis e difundidos para a comparação de duas amostras, já que é sensível a diferenças tanto no local como na forma das funções de distribuição acumulada empírica das duas amostras (Evans et al., 2017).

Resultados

Na [tabela 2](#) estão indicados os resultados que correlacionam os índices de fadiga dos indivíduos ativos e sedentários. Os resultados demonstrados indicam um maior índice de fadiga relacionado a quase todos os grupos musculares avaliados em indivíduos sedentários quando comparados com os indivíduos ativos, tal diferença é significativa no índice de fadiga dos isquiotibiais esquerdos.

Na análise da dominância em relação aos membros inferiores, pode-se observar o predomínio de indivíduos destros em ambos os grupos, conforme a [tabela 3](#).

Na correlação dos os índices de fadiga dos homens ativos e sedentários, os resultados indicam que não houve diferença significativa, conforme a [tabela 4](#). Em contrapartida, ao se analisarem apenas as mulheres ativas e sedentárias ([tabela 5](#)), observou-se diferença significativa no índice de fadiga dos isquiotibiais esquerdos, semelhante ao resultado encontrado na comparação da amostra total.

Discussão

Os resultados do presente estudo indicaram uma maior fadiga da musculatura flexora de joelho em indivíduos sedentários, de forma geral foi significativo o índice de

Tabela 3 Distribuição do membro dominante

| Indivíduo | N | MD – Direito (n e %) | MD – Esquerdo (n e %) |
|-------------|----|----------------------|-----------------------|
| Ativos | 20 | 19 (95%) | 1 (5%) |
| Sedentários | 29 | 26 (89,7%) | 3 (10,3%) |

%, porcentagem; MD, membro dominante; N, número.

Fonte: o autor.

Tabela 4 Índice de fadiga dos homens ativos e sedentários

| Grupo muscularavaliado | Média do IF – ativos (%) | Média do IF – sedentários (%) | Kolmogorov-Smirnov Z (p < 0,05) |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Quadríceps direito | 14 | 11,43 | 0,555 |
| Quadríceps esquerdo | 13,50 | 11,79 | 0,835 |
| Isquiotibial direito | 12,90 | 12,21 | 0,988 |
| Isquiotibial esquerdo | 12,40 | 12,57 | 0,835 |

%, porcentagem; IF, índice de fadiga.
Fonte: o autor.

Tabela 5 Índice de fadiga das mulheres ativas e sedentárias

| Grupo muscularavaliado | Média do IF – ativas (%) | Média do IF – sedentárias (%) | Kolmogorov-Smirnov Z (p < 0,05) |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Quadríceps direito | 12,10 | 13,60 | 0,518 |
| Quadríceps esquerdo | 12,30 | 13,47 | 0,518 |
| Isquiotibial direito | 11,50 | 14,00 | 0,292 |
| Isquiotibial esquerdo | 9,50 | 15,33 | 0,010 |

%, porcentagem; IF, índice de fadiga.
Fonte: o autor.

fadiga em isquiotibiais esquerdos. Tal achado pode estar relacionado diretamente com os indivíduos sedentários do sexo feminino, uma vez que na comparação individualizada por sexo as mulheres sedentárias apresentaram maior fatigabilidade de todos os grupos musculares quando comparadas com as ativas, essa muito mais acentuada nos músculos flexores e também com significância encontrada nos isquiotibiais esquerdos.

Segundo [Jerônimo \(2016\)](#), a fadiga muscular pode ser causada por diversos fatores, como esgotamento das reservas energéticas de trifosfato de adenosina (ATP), fosfocreatina (PC), depleção das reservas de glicogênio muscular e acúmulo de ácido lático, que interferem diretamente na eficiência da contração.

Igualmente ao presente estudo, a fadiga dos músculos flexores e extensores de joelho tem sido estudada por pesquisadores, que buscam a correlação dela com a predisposição a lesões, fazem suas análises por meio da dinamometria isocinética de joelho ([Sforzo e Touey, 1996](#); [Salvador et al., 2005](#); [Eches et al., 2013](#); [Magosso et al., 2013](#); [Valeriano, 2015](#)). No entanto, não há na literatura um consenso sobre o método mais adequado para calcular a fadiga e o melhor protocolo de teste a ser usado.

[Weber et al. \(2010\)](#), ao avaliar 27 atletas de futebol, categorizá-los de acordo com a sua posição de jogo e determinar a fadiga pela análise do pico de torque entre as primeiras e as últimas repetições obtidas em dinamometria isocinética, encontraram diminuição do pico de torque dos músculos flexores de joelho dos atletas que jogam como meio-campistas ou na defesa. [Carvalhais et al \(2013\)](#) fizeram um estudo similar com o objetivo de avaliar o índice de fadiga, usaram em sua amostra 164 atletas de futebol e também encontraram maior fatigabilidade dos músculos flexores de joelho. De acordo com ambos os estudos, a fadiga da musculatura flexora pode ser atribuída às características estruturais e metabólicas desse grupo muscular,

essa predominância de fibras do tipo II, as quais são mais fatigáveis, explicaria a maior fatigabilidade encontrada nos músculos flexores da amostra do nosso estudo.

Fibras do tipo II são menos resistentes à fadiga se comparadas com as do tipo I e são mais frequentemente encontradas na musculatura flexora do joelho do que na extensora ([Costa et al., 2016](#)). Como as fibras do tipo II têm maior incidência de fadiga ([Maughan et al., 2000](#)), o pico de torque dos isquiotibiais apresenta maior diminuição ao longo do tempo e, conseqüentemente, maior índice de fadiga.

É importante referir que 89,7% dos indivíduos sedentários do presente estudo eram destros, o que sugere que o lado dominante obtenha melhor desempenho e menor índice de fadiga quando comparado com o lado não dominante.

[Barbieri et al. \(2008a\)](#) analisaram o desempenho e a variabilidade do movimento das articulações do quadril, joelho e tornozelo no chute dado com o membro dominante (MD) e membro não dominante (MND) no futsal. Sua amostra foi composta por 12 jogadores, instruídos a dar cinco chutes para o gol com o dorso do pé de cada membro. Os resultados demonstraram maior desempenho pelo MD, a justificativa é o controle do MND ser menos refinado e o membro propriamente dito ser menos treinado.

Em outro estudo, [Barbieri et al. \(2008b\)](#) analisaram o desempenho dos MD e MND de 19 atletas destros em cinco chutes. Os resultados demonstraram que os chutes dados pelo MD apresentaram não só melhor precisão como maior velocidade em comparação com o MND.

Em seu estudo de revisão de literatura, [Jayalath et al. \(2018\)](#), sugerem que quando fatigado, cada membro inferior atua como uma cadeia de articulações, a carga é totalmente distribuída entre elas, as articulações mais proximais e seus músculos estabilizadores (quadril e joelho) são as mais afetadas nessa distribuição de forças, facilitam dessa forma mecanismos de lesão.

Se considerarmos a escassez de estudos que usaram a dinamometria isocinética para fins de mensuração do índice de fadiga muscular, observa-se a falta de padronização na aplicação da avaliação isocinética em relação às velocidades usadas, bem como falta de estudos comparativos entre populações ativas e sedentárias. Portanto, percebe-se a necessidade de novos estudos que corroborem a padronização da obtenção do índice de fadiga por meio da dinamometria isocinética.

Conclusão

Embora não exista um consenso sobre o melhor protocolo de avaliação, o índice de fadiga é um importante parâmetro a ser determinado, haja vista que a fatigabilidade da musculatura interfere diretamente no desempenho muscular e pode estar relacionada ao aumento do risco de lesões.

Com base nos resultados, conclui-se que indivíduos sedentários têm maior índice de fadiga na musculatura flexora de joelho quando comparados com indivíduos ativos, o que pode ser considerado um fator de risco para o desenvolvimento de lesões nessa articulação, uma vez que a fadiga leva a déficits no sistema sensorio-motor, com diminuição do controle neuromuscular e da estabilidade muscular dinâmica e declínio de propriocepção.

Financiación

O presente trabalho não contou com apoio financeiro de nenhuma natureza para sua realização.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Bachur J, Vezzani S. *Programa de Atualização Profisio: Fisioterapia Esportiva e Traumatologia-Ortopédica*. Porto Alegre: Artmed; 2011.
- Barbieri F, Santiago P, Gobbi L, et al. *Análise cinemática da variabilidade do membro de suporte dominante e não dominante durante o chute no futsal*. *Rev Port Cien Desp* 2008a;8(1): 68–76.
- Barbieri F, Santiago P, Gobbi L, et al. *Diferenças entre o chute feito com o membro dominante e não dominante no futsal: variabilidade, velocidade linear das articulações, velocidade da bola e desempenho*. *Rev. Bras. Cienc. Esporte* 2008b;29(2):129–46.
- Bittencourt NF, Amaral GM, Anjos MT, et al. *Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infante e juvenil de voleibol masculino*. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11(6):331–6.
- Camanho GL. *Lesão meniscal por fadiga*. *Acta Ortop Bras* 2009;17(1):31–4.
- Carvalho V, Santos T, Araújo V, et al. *Força muscular e índice de fadiga dos extensores e flexores do joelho de jogadores profissionais de futebol de acordo com o posicionamento em campo*. *Rev Bras Med Esporte* 2013;19(6):452–6.
- Cerioti A, Silva G, Wibelinger L, et al. *Torque muscular de flexores e extensores de joelho de mulheres idosas praticantes de atividade física*. *Rev. Bras. Ciên. Saúde* 2012;10(32):9–15.
- Conselho Nacional de Saúde. *Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos*. Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012. Brasília: 2012.

- Costa ML, Cavalcante P, Lima PR. *Índice de fadiga do músculo quadríceps femoral em atletas de futebol após reconstrução do ligamento cruzado anterior*. *Rev Bras Ortop* 2016;51(5): 535–40.
- Dvir Z. *Isocinética – Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. Barueri: Manole, 2002.
- Eches E, Ribeiro A, Nascimento M, et al. *Desempenho motor em séries múltiplas até a falha concêntrica*. *Revista Motriz* 2013;19(3):543–8.
- Emge N, Prebeg G, Uygur M, et al. *Effects of muscle fatigue on grip and local force coordination and performance of manipulation tasks*. *Neurosci Lett* 2013;550:46–50.
- Enoka RM, Duchateau J. *Translating fatigue to human performance*. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48(11):2228–38.
- Evans DL, Drew JH, Leemis LM. *The distribution of the Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises, and Anderson-Darling test statistics for exponential populations with estimated parameters*. Springer International Publishing 2017;247:165–90.
- Ferreira AP, Gomes S, Ferreira CE, et al. *Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante*. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2010;32(1):229–43.
- Fonseca TS. *Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol*. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13(3): 143–7.
- Jayalath JRL, Noronha M, Weerakkody N, Bini R. *Effects of fatigue on ankle biomechanics during jumps: A systematic review*. *J Electromyogr Kinesiol* 2018;42:81–91.
- Jerônimo DP. *Influência da suplementação de creatina e cafeína sobre a fadiga neuromuscular*. [Tese]. São Paulo; 2016.
- Maffiuletti NA, Jubeau M, Munzinger U, et al. *Differences in quadriceps muscle strength and fatigue between lean and obese subjects*. *Eur J Appl Physiol* 2007;101(1):51–9.
- Magosso R, Souza M, Pereira G, et al. *Número de repetições e fadiga muscular em sistema de séries múltiplas nos exercícios leg press 45° e rosca direta em homens saudáveis*. *RBPFEEX* 2013;7(37):65–70.
- Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, et al. *Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil*. *Rev Ativ Fís e Saúde* 2001;6(2):5–18.
- Maughan R, Gleeson M, Greenhaff P. *Bioquímica do exercício e do treinamento*. São Paulo: Manole; 2000.
- Navarro F, Sousa M. *A suplementação de carboidratos e a fadiga em praticantes de atividades de endurance*. *RBNE* 2010;4(24):462–74.
- Nunes G, Castro LV, Wageck B, et al. *Translation into Portuguese of questionnaires to assess knee injuries*. *Acta Ortop Bras* 2013;21(5):288–94.
- Oliveira J, Ribeiro F, Gonçalves G, et al. *A fadiga muscular diminui a sensação de posição do ombro em andebolistas*. *Rev Port Cien Desp* 2008;8(2):271–6.
- Paillard T. *Effects of general and local fatigue on postural control: A review*. *Neurosci. Biobehav. Rev* 2012;36(1):162–76.
- Paquette MR, Peel SA, Schilling BK, et al. *Soreness-related changes in three-dimensional running biomechanics following eccentric knee extensor exercise*. *Eur J Sport Sci* 2017;17(5): 546–54.
- Potulski AP, Baldissera DK, Vidmar MF, et al. *Pico de torque muscular de flexores e extensores de joelho de uma população geriátrica*. *Rev. bras. ciên. saúde* 2011;9(28):25–30.
- Preis C, Thiele E, Suassuna RF, et al. *Avaliação da força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol*. *RBM* 2016;68(11):11–6.
- Ribeiro F, Oliveira J. *Efeito da fadiga muscular local na propriocepção do joelho*. *Fisioter mov* 2008;21(2): 71–83.
- Russo T, França C, Castro C, et al. *Alterações da cronaxia, da rebase e da acomodação no músculo esquelético desnervado*

- submetido à eletroestimulação. *Rev Bras Fisiot.* São Carlos 2004;8(2):169–75.
- Salvador E, Cyrino E, Gurjão A, et al. Comparação entre o desempenho motor de homens e mulheres em séries múltiplas de exercícios com pesos. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11(5): 257–61.
- Santos MC, Semeghini TA, Azevedo FM, et al. Análise da fadiga muscular localizada em atletas e sedentários através de parâmetros de frequência do sinal eletromiográfico. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(6):509–12.
- Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *JSCR* 1996;10:20–4.
- Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sport Sci* 1992;17(4):338–45.
- Valeriano R. Desempenho muscular isocinético e nível de fadiga de indivíduos com linfoma de Hodgkin em diferentes intervalos de recuperação. [Dissertação]. Brasília: 2015.
- Vidmar M, Muccini E, Scorsatto J, et al. Análise do déficit de torque muscular de flexores e extensores de joelho de mulheres idosas com osteoporose. *Revista Contexto & Saúde* 2011;10(20):133–40.
- Weber FS, Silva BG, Cadore EL, et al. Avaliação isocinética da fadiga em jogadores de futebol profissional. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte* 2012;34(3):775–88.
- Weber FS. Avaliação isocinética em jogadores de futebol profissional e comparação do desempenho entre as diferentes posições ocupadas no campo. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(4):264–8.
- Wibelinger L, Schneider R, Tonial A, et al. Avaliação da força muscular de flexores e extensores de joelho em indivíduos idosos socialmente ativos. *RBCEH* 2009;6(2):284–92.