



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE FISIOTERAPIA

MARIANE MENEGAZZI

INFLUÊNCIA DA FADIGA DOS MÚSCULOS DO MANGUITO ROTADOR NA
ATIVÇÃO E NA TAXA DE DISPARO DOS MÚSCULOS DO CORE

Araranguá
2017

MARIANE MENEGAZZI

INFLUÊNCIA DA FADIGA DOS MÚSCULOS DO MANGUITO ROTADOR NA
ATIVÇÃO E NA TAXA DE DISPARO DOS MÚSCULOS DO CORE

Artigo apresentado ao Curso de
Graduação em Fisioterapia, da
Universidade Federal de Santa Catarina,
como requisito parcial da disciplina de
TCC II.

Orientador: Alexandre Marcio
Marcolino.

Araranguá

2017

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, Marcelo e Adriane, por nunca medirem esforços para que eu conquistasse este sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e por me mostrar o caminho certo.

Aos meus pais, Marcelo e Adriane, pelo amor incondicional, por serem minha fonte de inspiração, por estarem sempre ao meu lado, por serem meu alicerce e pelo incentivo e força para que eu continuasse na luta durante esta etapa da minha vida, sem eles eu não conseguiria.

Ao meu namorado e melhor amigo, Kelvin, por todo amor, incentivo, compreensão, força e principalmente paciência.

Ao meu orientador, Alexandre, por todo conhecimento compartilhado, pela confiança depositada em mim, pelo incentivo e por toda paciência.

Ao meu grupo de estágio, que me ouviu reclamar por muito tempo sobre o TCC, e por todo apoio cedido.

Ao LARAL, pelo espaço, pelo material e colaborações cedidas.

Um obrigado muito especial, a todos os voluntários que participaram do estudo.

ANEXOS

Anexo A Normas da Revista

Junho, 2017

JAB_2017

Influência da fadiga dos músculos do manguito rotador na ativação e na taxa de disparo dos músculos do core.

Mariane Menegazzi¹, Alexandre M. Marcolino¹

¹ Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Universidade Federal de Santa Catarina (LARAL/UFSC), Campus Araranguá, Santa Catarina, Brasil.

Endereço de Correspondência:

Alexandre M. Marcolino

Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor / Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá - Campus Mato Alto

Rua Pedro João Pereira, 150, CEP: 88905-120

Araranguá – SC

E-mail: alexandre.marcolino@ufsc.br

Resumo

Os músculos responsáveis pelo controle e pela estabilização entre tronco e os membros superiores e inferiores são conhecidos como músculos do core. Portanto, a estabilidade do tronco está diretamente relacionada com o desempenho, produção de força e mobilidade das extremidades tais como: correr, chutar e arremessar. O presente estudo tem por objetivo: Investigar a influência da fadiga dos músculos do manguito rotador na ativação dos músculos do core. Foram avaliados 23 indivíduos, de ambos os sexos, com idade média de 21,5 anos, saudáveis e sem histórico de lesão em membros superiores ou coluna, que passaram pela avaliação eletromiográfica dos músculos transverso do abdômen/ oblíquo interno e múltípidos, durante o teste de cadeia cinética fechada do membro superior, antes e após um protocolo de fadiga que consistia na realização de rotação interna e rotação externa, repetidas vezes, com o equipamento *Magic Circle*, associado ao uso de um metrônomo com frequência de 50 bpm. foi possível concluir que as mulheres necessitam de menor tempo e número de repetições para levar o músculo a fadiga. Quando comparada a frequência mediana antes e após a fadiga muscular nas mulheres, houve a diminuição da mesma, com sugestivo de fadiga muscular. Ao analisar o comportamento muscular nos homens, foi possível concluir que também há a interação da fadiga dos músculos do manguito rotador, com os músculos do core porem de maneira diferente das mulheres, aumentando a frequência mediana dos músculos múltífido esquerdo e transverso do abdomên/oblíquo interno direito. Entretanto, não houve diferença significativa entre os resultados obtidos.

Palavras-chave: Fadiga muscular, Manguito Rotador, EMG

Introdução

Os músculos responsáveis pelo controle e pela estabilização entre tronco e os membros superiores e inferiores são conhecidos como músculos do core. A estabilidade do tronco é um processo dinâmico que requer capacidade muscular ideal com força, resistência e potência, para, conseqüentemente, propiciar o controle neuromuscular que é dado pela precisão das informações oriundas das articulações, receptores musculares, tendinosos e as vias neurais, que integram informações sensoriais rápidas para alterar as respostas motoras em relação às informações sensório-motoras internas e externas. Portanto, a estabilidade do tronco está diretamente relacionada com o desempenho, produção de força e mobilidade das extremidades tais como: correr, chutar e arremessar.

1-2

Em indivíduos saudáveis podemos observar o controle motor normal dos músculos do *CORE* como, por exemplo, a contração antecipatória do músculo transversal abdominal e multífidos, isso reflete a sua contribuição para a estabilização do tronco.³ Os músculos paravertebrais e abdominais devem estar equilibrados com outras estruturas para que constituam um sistema dinâmico que forneça força, estabilidade e auxilie na estabilização e sustentação da coluna lombar em uma movimentação ampla e saudável.⁴ Os músculos profundos promovem uma base estável para que as extremidades executem sua função. A falta de estabilidade produz uma exacerbação dos movimentos da coluna quando esta é submetida a determinadas forças, gerando movimentos ineficientes que podem levar a ocorrência de lesões, que resultam na alteração do controle motor, dor, disfunções, predisposição à fadiga muscular e diminuição da funcionalidade dos segmentos.⁵

Para avaliar a perda de desempenho das extremidades superiores e inferiores pode-se utilizar os testes funcionais; assim, por exemplo, a avaliação funcional do membro superior pode ser realizada pelo teste de estabilidade de cadeia cinética fechada do membro superior (*Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test-CKCUES*), que é um teste de baixo custo que pode ser utilizado como diagnóstico clínico complementar com o objetivo de avaliar o desempenho funcional da extremidade superior. Este teste fornece dados quantitativos e não requer alto nível de técnica ou preparação clínica para a sua aplicação.⁶

Outra forma de avaliar a ação muscular é a eletromiografia de superfície (EMG) que é um instrumento capaz de quantificar a ativação muscular de acordo com o padrão

de recrutamento de unidades motoras de um determinado músculo. Os dados referentes à EMG têm sido utilizados para inferir a força e o torque muscular, a capacidade da resistência muscular, na verificação da especificidade e eficiência de métodos de treinamento e reabilitação, na quantificação da taxa (frequência) de disparo de unidades motoras e conseqüentemente na identificação da fadiga muscular.⁵

A ativação dos músculos que atuam no arremesso pode gerar perturbação postural, influenciando na ativação do transverso abdominal, indicando que esta musculatura tem papel importante no arremesso, transmitindo estabilidade para proporcionar uma mecânica eficiente nas ações gestuais.¹⁶ Para a eficácia do movimento e prevenção de lesões dos membros superiores e inferiores, é necessária uma forte estabilização do tronco. O equilíbrio entre a estabilidade do tronco e a movimentação das extremidades pode ser alterada pela fadiga muscular, que é descrita pelo declínio progressivo do desempenho muscular e que pode alterar a força do músculo acometido e conseqüentemente o desempenho do mesmo. Dentre os estudos de interação sobre esses segmentos a maioria dos autores observaram que a fadiga da musculatura do tronco influencia a ação do membro superior.⁸⁻⁹⁻¹⁰

De acordo com o exposto, torna-se importante a observação da alteração da taxa de ativação da musculatura do *CORE* em indivíduos pós fadiga dos músculos do manguito rotador.

O presente estudo tem como objetivo: investigar a influência da fadiga dos músculos do manguito rotador na ativação dos músculos do *CORE*.

Métodos

Este é um estudo transversal de mensuração clínica e foi aprovado pelo comitê de ética em Pesquisa em Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, pelo parecer 1.619.689. E está fundamentada nos princípios éticos, com base na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, o qual incorpora sob a ótica do indivíduo e das coletividades, as quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado.

Todos os voluntários que aceitaram participar deste estudo leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi realizado no Laboratório de

Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor- LARAL, localizado na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Mato Alto.

Foram incluídos no estudo indivíduos saudáveis, adultos jovens, sem histórico de lesão na coluna vertebral e extremidades que impossibilitem a realização das tarefas. Os critérios para exclusão dos voluntários foram: possuir qualquer patologia no membro superior, inferior e coluna vertebral que impossibilite a realização do teste, doenças neurológicas, cognitivas, reumatológicas e sistêmicas.

Os voluntários foram classificados de acordo com a classificação do nível de atividade física pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). O IPAQ, o qual é validado para a população brasileira, é um questionário que permite estimar o tempo gasto em atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano e o utilizaremos para avaliar o nível de atividade física dos participantes do estudo.¹¹⁻¹²

Tabela 1- Dados Sociodemográficos dos Participantes

	HOMENS	MULHERES
IDADE (ANOS)	22,54	20,66
DOMINÂNCIA (D/E)	9/2	11/1
IMC (kg/cm²)	25,92	23,02
IPAQ (IA/A)	6/5	8/4

D- Direita; E- Esquerda; IA- Irregularmente Ativo; A- Ativo

A tarefa que foi realizada pelos voluntários para avaliar a funcionalidade do membro superior foi o teste de cadeia cinética fechada do membro superior. Conforme a figura 1, o indivíduo ficou em posição de flexão de braço (*push-up*) e, quando solicitado o voluntário tocou o dorso da mão oposta o mais rápido possível por um período de 15 segundos.¹³ A pontuação do teste foi dada pelo número de vezes em que o participante tocou a outra mão no tempo do teste.⁶



Figura 1- A- Posição do teste de estabilidade de cadeia cinética fechada do membro superior. B- Execução do teste de estabilidade de cadeia cinética fechada do membro superior para o lado direito.

Todos os voluntários foram submetidos ao procedimento de fadiga dos músculos do manguito rotador. O protocolo de fadiga foi baseado na realização de rotação interna e rotação externa, repetidas vezes, com o equipamento *Magic Circle*, associado ao uso de um metrônomo com frequência de 50 bpm, conforme figura 2. O teste foi interrompido quando o voluntário foi incapaz de manter a frequência em dois movimentos consecutivos ou três alternados, ou o relato de incapacidade de prosseguir com o procedimento. Os participantes foram orientados a não realizarem atividades físicas moderadas ou vigorosas 48 horas antes da coleta dos dados. Todos os voluntários foram submetidos à realização do teste de estabilidade de cadeia cinética fechada do membro superior antes e após o protocolo de fadiga.



Figura 2- Realização do Protocolo de Fadiga A- Rotação Interna de Ombro e B- Rotação Externa de Ombro.

A EMG de superfície foi utilizada para avaliar o padrão de recrutamento dos músculos estudados, através do eletromiógrafo da marca Miotec® (*Miotool 400, Software Miograph®*), com um conversor analógico para digital (A/D) de 14 bits de resolução, aquisição amplificada em 1000 vezes e modo comum de rejeição de 100 dB, com filtro passa banda de 10-500 Hz. Os eletrodos foram do tipo descartáveis modelo *Double*, confeccionado em espuma de polietileno com adesivo medicinal hipoalérgico, gel sólido aderente, contato bipolar de Ag/AgCl (prata/cloreto de prata) e distância de 20 mm entre os pólos. Foram acoplados 4 eletrodos sobre o músculo transverso do abdômen/oblíquo interno direito e esquerdo, cerca de 2 centímetros medial e inferior da crista ilíaca anterossuperior¹⁴⁻¹⁵ e 4 eletrodos sobre os músculos multifídios lombares (2 centímetros a esquerda e a direita da vértebra L5) segundo as orientações da SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles). Na aquisição do sinal EMG de músculos que estão em exaustão (fadiga), pode-se observar um aumento da amplitude do sinal e uma diminuição da frequência da taxa de disparo dessas unidades motoras.⁷ As avaliações ocorreram antes e após o protocolo de fadiga.

Os traçados eletromiográficos foram analisados a partir dos valores de RMS (*Root Mean Square*) e de Fmed (frequência mediana). Os valores de RMS foram normalizados pelo pico de contração em cada músculo e mensurados em unidade normalizada durante a tarefa realizada; e a Fmed será expressa em Hz. O tempo de exaustão foi medido em segundos. Os valores do teste de cadeia cinética fechada de membros superiores foram contabilizados em vezes em que o paciente toca o membro contralateral durante 15 segundos.

Antes da análise, a normalidade na distribuição dos dados foi verificada por meio dos procedimentos da estatística descritiva, utilizando-se o teste de Shapiro-wilk. A análise comparativa dos grupos foi realizada através do modelo *t-student test*, com índice de significância de 0,05. As análises foram realizadas através do software *Graphpad Prisma 6*.

Resultados

Os resultados do presente estudo foram obtidos através da observação de 23 voluntários de ambos os sexos (11 homens e 12 mulheres), com média de idade de 21,5 anos. Os voluntários responderam ao IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física) e foram classificados como ativos e irregularmente ativos, 14 voluntários se enquadraram nos irregularmente ativos e 9 nos ativos

Com a avaliação eletromiográfica foi analisada a porcentagem de ativação muscular e a taxa de disparo das unidades motoras dos músculos multífidos e transverso do abdômen/oblíquo interno. A análise foi realizada bilateralmente durante o teste de cadeia cinética fechada do membro superior, antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador, as figuras 3 e 4 demonstram a frequência mediana (Hz) dos homens e das mulheres respectivamente.

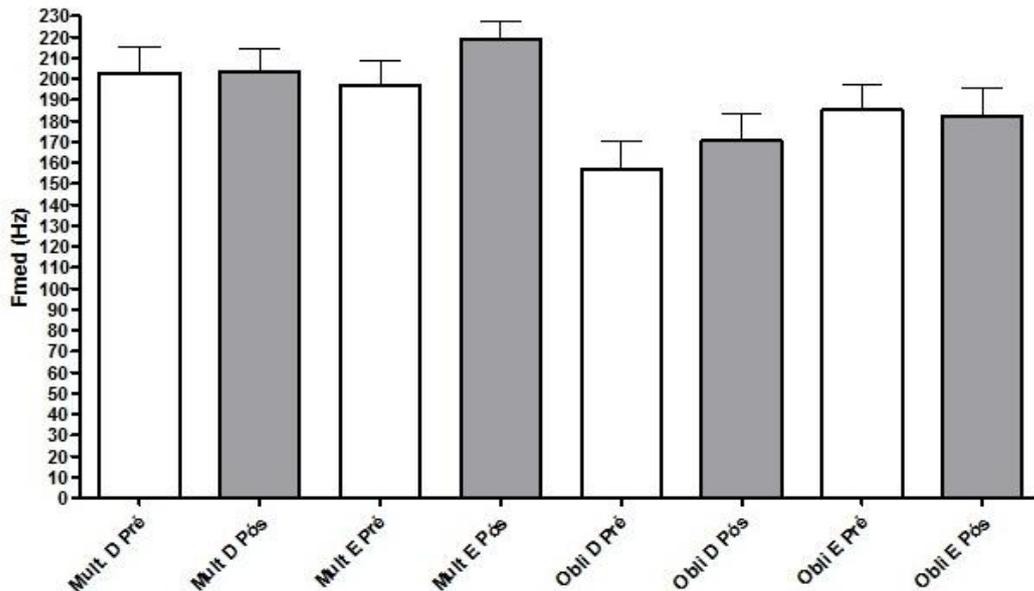


Figura 3– Dados referentes a taxa de frequência de disparo das unidades motoras em homens, antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador.

Conforme a figura 3, podemos observar que a taxa de frequência de disparo das unidades motoras não houve diferença estatística na comparação antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador. Ao analisar os músculos multífido esquerdo e transverso/oblíquo direito houve um leve aumento da taxa de frequência disparo de unidades motoras

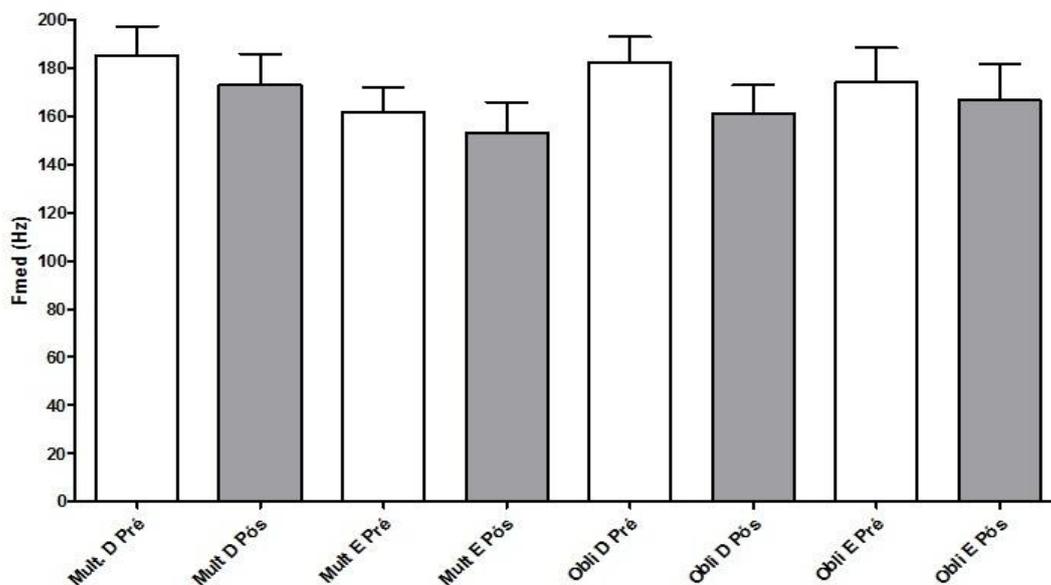


Figura 5 – Dados referentes a taxa de frequência de disparo das unidades motoras em mulheres, antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador

A figura 4, demonstra a taxa de frequência de disparo das unidades motoras dos músculos avaliados nas 12 mulheres que participaram do estudo, houve a mesma tendência em todos os músculos após a indução da fadiga, onde, observamos uma diminuição da taxa de frequência de disparo das unidades motoras, porém não houve diferença estatística quando comparado os dados antes e a pós a fadiga do manguito rotador.

A análise da porcentagem de ativação dos músculos multífidos e transversos do abdômen/oblíquo interno, foi realizada durante o teste de cadeia cinética fechada do membro superior. O teste foi realizado antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador e as figuras 5 e 6 demonstram a porcentagem da ativação muscular (RMS) dos homens e das mulheres respectivamente, a análise da porcentagem foi observada baseando no pico de ativação durante a tarefa realizada. Assim o pico de ativação foi considerado como 100% da ativação muscular e a média de ativação foi descrita como a porcentagem em relação ao pico de ativação.

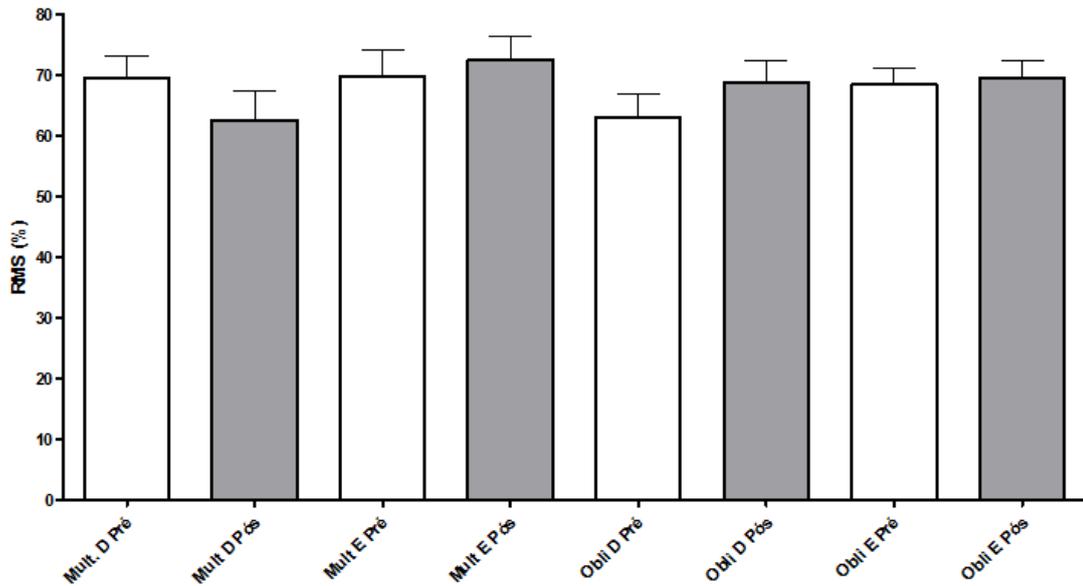


Figura 5 – Porcentagem de Ativação dos músculos avaliados durante o teste de cadeia cinética do membro superior em homens, antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador

Observamos na figura 5 que houve a diminuição da ativação do músculo multifido direito pós fadiga, porém os outros músculos se comportaram diferentes, com aumento da ativação (RMS) na comparação antes e após a fadiga dos músculos do manguito rotador.

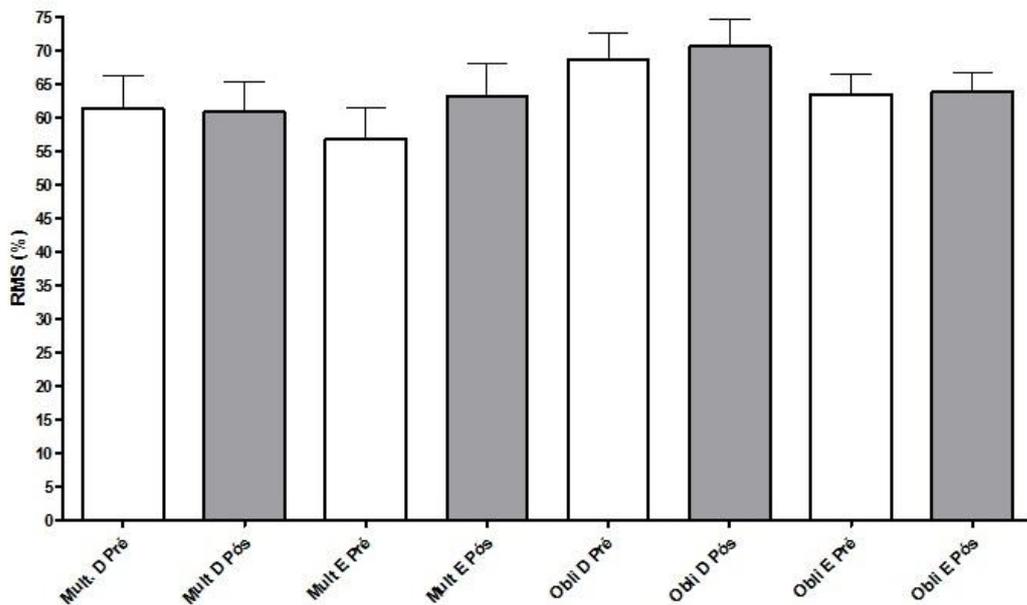


Figura 6 – Porcentagem de Ativação dos músculos avaliados durante o teste de cadeia cinética do membro superior em mulheres, antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador

A figura 6, demonstra a ativação muscular (RMS) das 13 voluntárias avaliadas pela eletromiografia, o qual pode-se observar que houve um aumento da ativação nos músculos multífido esquerdo e transverso do abdômen/oblíquo direito, porém sem diferença estatística, na avaliação antes e após a indução da fadiga.

A avaliação do tempo de fadiga, número de repetições para fadigar os músculos do manguito rotador são demonstrados na figura 7. Já os dados referentes ao teste de cadeia cinética fechada do membro superior estão descritos na figura 8. Todos os dados foram coletados antes e após a indução da fadiga dos músculos do manguito rotador.

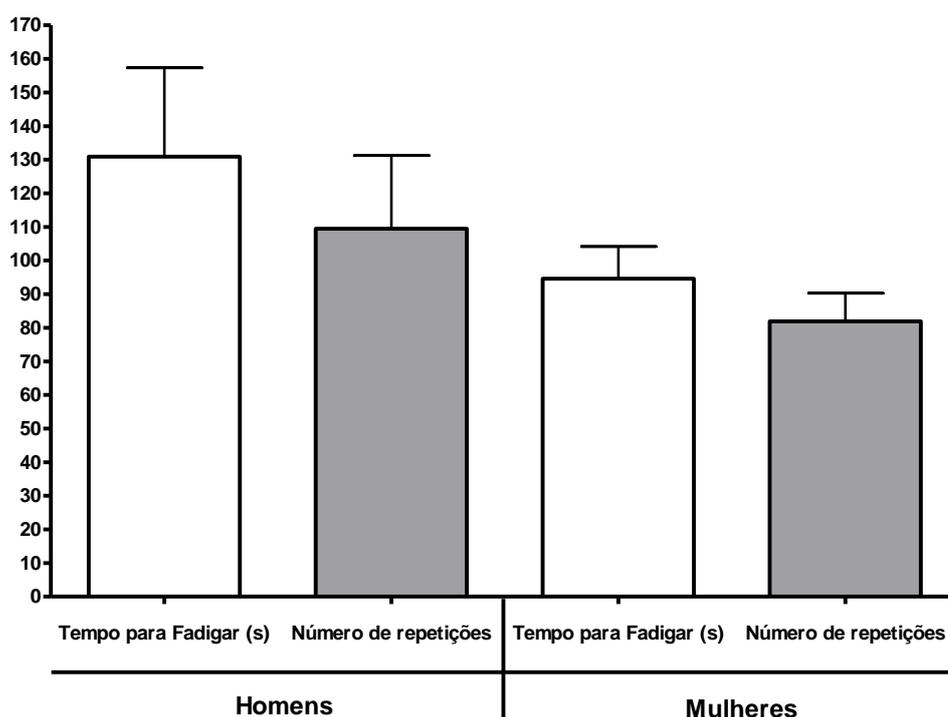


Figura 7 – Dados referente ao tempo necessário para fadigar os músculos do manguito rotador, e número de rotações internas e externas necessárias para levar os músculos à fadiga em homens e mulheres

A figura 7 demonstra o tempo em que homens e mulheres levaram para fadigar os músculos do manguito rotado, juntamente com o número de repetições. Observou-se que os homens levaram mais tempo e necessitaram um número maior de rotações internas e externas para levar os músculos à fadiga.

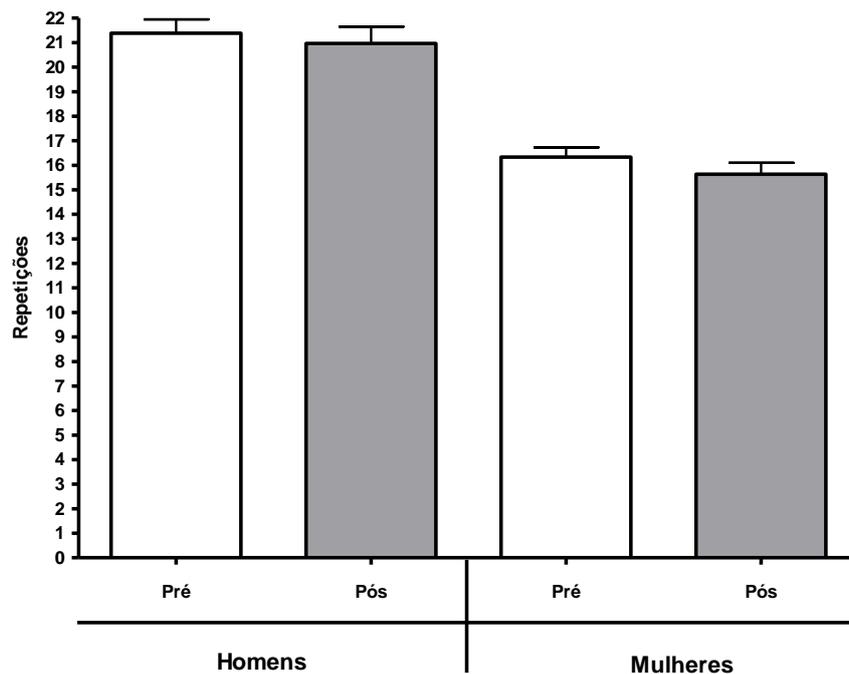


Figura 8 – Dados referentes ao teste de cadeia cinética do membro superior, obtidos pela avaliação dos homens e mulheres participantes do estudo, antes e após a indução da fadiga muscular.

Na figura 8 observamos que a média de repetições no teste de cadeia cinética fechada de membro superior antes e após a fadiga. Houve uma pequena diminuição quando comparado o teste antes e após a fadiga. Nas mulheres a média foi menor quando comparada aos homens, mas não observamos diferença estatística entre o pré e pós fadiga.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo, verificar a influência da fadiga dos músculos do manguito rotador na ativação dos músculos do core, durante o teste de Cadeia Cinética Fechada do Membro Superior.

Os resultados do presente estudo não demonstraram diferença significativa entre a fadiga do manguito rotador com ativação e taxa de disparo dos músculos do core. Após o protocolo de fadiga houve a diminuição da frequência mediana nas mulheres, o que indica a fadiga, porém quando comparados valores antes e pós fadiga não houve diferença estatística.

O presente estudo se aplicou com indivíduos que não praticavam nenhum tipo de esporte específico, portanto o estudo se iguala ao de Alvarenga et al ⁷, que avaliou 15

universitários destros e 15 jogadores destros de handebol, e foram submetidos às avaliações da capacidade de ativação do músculo transverso do abdômen por meio da unidade de *biofeedback* de pressão e da capacidade de ativação dos músculos rotadores internos e externos pelo *break test* por meio do Esfigmomanômetro Modificado e concluíram que não houve alteração entre rotação interna e externa de ombro com o transverso do abdômen em indivíduos sedentários, já em indivíduos praticantes de handebol, houve correlação entre o transverso do abdômen e a rotação externa, isso sugere que a ativação muscular dos antagonistas do arremesso pode gerar perturbação postural.

Para avaliar a funcionalidade dos membros superiores alguns estudos fazem uso do teste de cadeia cinética fechada para o membro superior, no qual o estudo de Tucci et al ¹³ determinam que a média do teste e reteste para o Teste de Cadeia Cinética Fechada para Membros Superiores que quantifica o número de vezes que o voluntário toca a mão oposta na posição de *pushup*, foi de 18,5 para homens e 20,5 para mulheres. No presente estudo, foi observado que os homens realizaram em média 21,09 repetições antes da fadiga e 21,69 após a fadiga, maior número de repetições que as mulheres que realizaram em média 16,33 antes da fadiga e 15,63 após a fadiga.

Segundo Da Silva et al ¹⁷, o parâmetro mais confiável para a mensuração das mudanças dos espectros da eletromiografia é a frequência mediana, este parâmetro é menos sensível a mudanças fisiológicas relacionadas a fadiga muscular como o acúmulo de lactato e potássio extracelular. Este acúmulo metabólico leva a redução da velocidade de condução do potencial de ação, resultando na diminuição dos valores de frequência mediana na medida em que o músculo entra em fadiga.

Os achados eletromiográficos obtidos nesta pesquisa evidenciaram que a frequência mediana nas mulheres, após a fadiga do manguito rotador, diminuiu a ativação dos músculos avaliados, porém sem diferença significativa. Nos homens avaliados, houve somente a diminuição da frequência mediana em transverso do abdômen/ oblíquo esquerdo, sem diferenças significativas.

O presente estudo observou que nas mulheres a taxa de frequência de disparo das unidades motoras foi menor que a observada em homens, e que houve uma diminuição da frequência mediana após a fadiga. Quando comparadas as porcentagens de ativação pré fadiga, os homens apresentam maior ativação que as mulheres.

Cadó et al ¹⁸, avaliou 21 estagiários do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Franciscano, RS que teve por objetivo avaliar a estabilidade do CORE dos acadêmicos, por meio do esfigmomanômetro como unidade de biofeedback pressórico para avaliar os músculos múltifido e transversos do abdômen. Foram questionados sobre a relação a prática de exercícios, 57,14% dos avaliados declaram-se sedentários enquanto 42,86% declaram-se fisicamente ativos. Foi concluído que os estagiários possuem deficiência na ativação dos músculos múltifidos.

Segundo os dados eletromiográficos, os homens avaliados obtiveram maior porcentagem de ativação dos músculos múltifidos direito e esquerdo quando comparados as mulheres.

O mecanismo de contração antecipada confere ao transversos do abdômen o papel de iniciar a contração dos músculos profundos afim de aumentar a pressão intra abdominal, tensionando a fásia toraco lombar e aumentando a co-ativação de outros músculos responsáveis pela estabilização, como o oblíquo interno e o múltifidos. Rodrigues e Marota. ¹⁹

O que também pode interferir em relação a capacidade de resistir a fadiga muscular, são as fibras musculares, que via de regra as mulheres possuem menor diferença na proporção entre fibras tipo I e tipo II, quando comparadas aos homens. ²⁰ No estudo de Salvador et al ²¹, as mulheres apresentaram menor queda no desempenho do que os homens, nos exercícios investigados (supino em banco horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps). Coelho et al ²², observou em seu estudo que as mulheres são mais resistentes à fadiga do que os homens. No exercício utilizado neste estudo (rotação interna e externa de ombro), foi observado que os homens necessitam de maior tempo (segundos) e número de repetições maior para levar os músculos à fadiga, quando comparados as mulheres.

Fuller, Fung e Côté ²³ referem que é um desafio a biomecânica e a interação do tronco com o membro superior e que não encontraram a interação entre a fadiga e a perturbação do tronco; os autores concluem que a não interação entre o tronco e o membro superior pode estar ligada à adaptação do sistema nervoso central, minimizando a interação entre os segmentos. No estudo, foi observado na mulheres que quando fadigados os músculos do manguito rotador há diminuição na frequência mediana dos músculos múltifidos direito e esquerdo e também transversos do abdômen/oblíquo interno direito e esquerdo, porem quando observados os valores dos

indivíduos masculinos houve o aumento da frequência mediana, o que não identifica relação com a fadiga muscular.

Com a amostra analisada, foi possível concluir que as mulheres necessitam de menor tempo e número de repetições para levar o músculo a fadiga. Quando comparada a frequência mediana antes e após a fadiga muscular nas mulheres, houve a diminuição da mesma, com sugestivo de fadiga muscular. Ao analisar o comportamento muscular nos homens, foi possível concluir que também há a interação da fadiga dos músculos do manguito rotador, com os músculos do core porém de maneira diferente das mulheres, aumentando a frequência mediana dos músculos multífido esquerdo e transverso do abdômen/oblíquo interno direito. Entretanto, não houve diferença significativa entre os resultados obtidos.

Referências

1. Kibler WB; Press J; Sciascia A. The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Med* . EUA. n.36, v.3, p.189-198, 2006.
2. Lintner D; Noonan TJ; Kibler WB. Injury patterns and biomechanics of the athlete's shoulder. *Clin Sports Med*, v.27, n.4, p. 527-551, Oct. 2008.
3. Brumitt J; Matheson JW; Meira EP. Core Stabilization Exercise Prescription, Part I: Current Concepts in Assessment and Intervention. *Sports Physical Therapy*, v. 5, n. 6, p 504-509, Nov./ Dez 2013.
4. Fontana JPB, Gomes TN. O tratamento da dor lombar através da estabilização central pélvica. *Saúde Integrada*, v.2, n.3-4, p. 69-79, 2010.
5. Gonçalves M, Barbosa, FSS. Análise de parâmetros de força e resistência dos músculos eretores da espinha lombar durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.11, n. 2, p.109-114, Mar./Abr. 2005.
6. Goldbeck TC, Davies CJ. Test-retest reliability of the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test: a clinical field test. *Journal of Sport Rehabilitation*, n.9, p.35-45, 2000.
7. Alvarenga CA, Hazime FA, Costa CAA, et al. Relação entre a força dos músculos rotadores do ombro e a capacidade de ativação do músculo transverso abdominal em atletas de handebol. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 36, n. 3, p. 679–684 Jul./Sep 2014.
8. Arnall FA, Koumantakis GA, Oldham JA et al. Between-days reliability of electromyographic measures of paraspinal muscle fatigue at 40, 50 and 60% levels of maximal voluntary contractile force. *Clinical Rehabilitation*, v.16 n.7, p. 761-771, nov 2002;
9. Marshall PWM, Lovell R, Jeppesen GK, et al. Hamstring Muscle Fatigue and Central Motor Output during a Simulated Soccer Match. *PLoS ONE*, v.9, n. 7, p.1-11 Jul. 2014.
10. Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, et al. Rehabilitation of the Overhead Athlete's Elbow. *Sports Health*, v.4, n.5 p. 404-14, Sep. 2012.
11. BENEDETTI TRB, et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v.13 n.1 p.11-16, Jan./Feb. 2007.
12. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev. bras. ativ. fís. Saúde*, v. 6, n. 2, p. 05-18, 2001.
13. Tucci HT, Martins J, Sposito GC, et al. Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders*. São Paulo, v.15, n.1, p. 01-09, 2014.

14. Jassi, FJ. Análise do comportamento eletromiográfico dos músculos estabilizadores primários e a relação com a capacidade física funcional de indivíduos assintomáticos. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós - graduação em Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2010
15. RossiDM, Morcelli MH, Marques NR et al. Antagonist coactivation of trunk stabilizer muscles during Pilates exercises. *Journal Of Body work And Movement Therapies*, [S.I.], v. 18, n. 1, p.34-41, jan. 2014.
16. De Luca CJ. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, v.13, n.2, p.135-163, May. 1997.
17. Da Silva R.A, Vieira ER, Cabrera M, et al. Back muscle fatigue of Young erand older adults with and without chronic low back pain using two protocols: A case-controlstudy. *J ElectromyogrKinesiol*2015 Dec;25(6):928-36.
18. Cadó T, Atualpa A, Schuster D, et al. Avaliação da ativação dos músculos do core de acadêmicos do curso de fisioterapia. *Revista Contexto & Saúde*, Ijuí, v. 10, n. 20 p. 737-741, Jan./Jun. 2011.
19. Rodrigues LS, Marota KB. O Aumento da Estabilidade Lombar Através da Pré-Ativação do Músculo Transverso do Abdome. *Revista Científica Univiçosa - Volume 7 - n. 1 - Viçosa - MG - Jan. - dez. 2015 - p. 249- 253.*
20. Hostler D, Schwirian CI, Campos G, Toma K, Crill MT, Hagerman GR, et al. Skeletal muscle adaptations inelastic resistance-trained Young men and women. *Eur J Appl Physiol* 2001;86:112-8.
21. Salvador EP, Cyrino ES, Gurjão ALD, et al, Comparação entre o desempenho motor de homens e mulheres em séries múltiplas de exercícios com pesos. *RevBrasMed Esporte _ Vol. 11, Nº 5 – Set/Out, 2005*
22. Coelho RA, Zanetti HR, Cruz LG, et al. Força e resistência muscular de membro superior dominante e não dominante no exercício de flexão unilateral de antebraço: comparação entre os sexos. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2017;16(2):42-8
23. Fuller JR; Fung J; Côté JN. Posture-movement responses to stance perturbations and upper limb fatigue during a repetitive pointing task. *Human Movement Science. Canadá*, v. 32, n.4, p. 618–632, Aug. 2013.

Instructions for Authors

Journal of Applied Biomechanics

The *Journal of Applied Biomechanics (JAB)* disseminates the highest quality peer-reviewed studies that utilize biomechanical strategies to advance the study of human movement. Specific areas of interest include sport, rehabilitation, injury prevention, gait, and posture. Also within the scope of *JAB* are studies using biomechanical strategies to investigate the structure, control, function, and state (health and disease) of animals.

I. Types of Manuscripts

JAB accepts six types of manuscripts, which are described below. The word count limitations pertain to the Introduction section through the Discussion section.

Original Research Article: Presents the results of a hypothesis-driven study or, in some cases, a descriptive study, the results of which are considered novel and important. Original Research Articles should not exceed 4,000 words or include more than 8 figures/tables.

Technical Note: Presents a new or modified method or instrument, or an important experimental observation. Technical Notes should not exceed 2,000 words or include more than 4 figures/tables.

Computational Model Article: Presents novel and important model development and/or application. Authors are required to address issues of model validation, sensitivity, and limitations as appropriate. Supplemental information (e.g. equations, visualizations, and data) can be made available online. Computational Model Articles should not exceed 4,000 words or include more than 8 figures/tables.

Review Article: Presents a critical and inclusive overview of a topic of scientific and/or clinical importance in biomechanics. The role of Review Articles in *JAB* is to provide a stimulus for further systematic biomechanical inquiry. This requires that a presumably large body of accumulated literature is summarized so as to illuminate gaps in the state of knowledge. These gaps can be revealed by identifying conflicting evidence, problems borne of methodological disparities and/or inadequacies, the influence of invalid or unproven assumptions, and the potential for alternative interpretations. Collectively, these gaps should lead to establishing explicit and testable hypotheses. Such reviews should be forward looking and should not merely report the current state of the art. Please e-mail the Editor-in-Chief Michael Madigan (mim@tamu.edu) if you are interested in submitting a Review Article for consideration. This email should include an abstract and a brief statement of expertise of the author(s) on the topic of the review, which can simply be a list of publications on the topic. Review Articles should not exceed 6,000 words or include more than 8 figures/tables.

Target Article: Presents a summary of current scientific thought from the unique perspective of an experienced scientist on a matter of significance to the field of biomechanics. Invited responses to the Target Article and the author's rebuttal can be published along with the Target Article. Target Articles are designed to stimulate thinking and research ideas relating

to the topic. Please e-mail Editor-in-Chief Michael Madigan (mlm@tamu.edu) if you are interested in developing a Target Article.

Book Review: Please e-mail Editor-in-Chief Michael Madigan (mlm@tamu.edu) if you are interested in submitting a book review for consideration. Book Reviews should not exceed 1,000 words.

II. Cover Letter

A cover letter must accompany all submissions. The cover letter should include the following items:

- A. Manuscript title
- B. Type of manuscript
- C. A statement that all authors satisfy the criteria for authorship as outlined by the International Committee of Medical Journal Editors (available at www.icmje.org). Each author must meet all 4 criteria:
 1. Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work
 2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content
 3. Final approval of the version to be published
 4. Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved

*Individuals who do not meet the above criteria may be listed in the acknowledgments section of the manuscript.
- D. A statement that the manuscript has not been published elsewhere, and is not under consideration for publication elsewhere.
- E. List of all authors. The corresponding author may sign on behalf of all authors.
- F. If the author(s) are submitting a Review Article, the cover letter should also include a brief statement of expertise within the topic of the review, which can simply be a list of publications on the topic.

III. Manuscript Preparation

All manuscripts must be written in English, with attention to concise language, a logical structure and flow of information, and correct grammar. We appreciate that some of our authors do not speak English as their first language and may need assistance to reach the standards required by the journal. In addition, some younger authors may not be experienced in scientific writing styles. Since manuscripts that fail to meet the journal's writing standards will not be sent out for review, such authors should ensure that they seek assistance from native English speakers and/or experienced colleagues prior to submitting their paper. Many journals acknowledge the existence of companies that offer professional editing services. An example of such a service can be found at <http://www.aje.com/>. This information does not constitute endorsement of this service. Use of an editorial service is at the discretion and cost of the authors, and will not guarantee acceptance for publication in *JAB*.

The manuscript should be formatted and organized as described below, and as illustrated in the sample manuscript at the end of this document. If not specified here, questions about writing style should default to the 10th edition of the *AMA Manual of Style*. Failure to follow these guidelines may result in your manuscript being returned without review. Additional insight into how authors should compose their manuscript is freely available in the article referenced below.

Brand RA, Huiskes R. Structural outline of an archival paper for the *Journal of Biomechanics*. *J Biomech*. 2001;34(11):1371–1374. [http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290\(01\)00104-X](http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290(01)00104-X)

A. Formatting

Manuscripts should be submitted in Microsoft Word. Use Times New Roman 12-point font, 1-inch margins, full right/left justification, double-spacing, and continuous line numbers throughout the manuscript. Do not include page numbers because they will be automatically added when your submission is compiled into a PDF for peer review. Paragraphs should begin with an indentation by pressing the Tab key, with no blank line between paragraphs.

B. Organization

Please see the sample manuscript at the end of this document.

C. Equations

Whenever possible, we recommend Design Science's MathType because it works well with Microsoft Word (.doc or docx), and because it is compatible with post acceptance journal production procedures. In ordinary text, please type in single variables and/or symbols by inserting characters from Word's Symbol Standard font (eg, α , ω , or Δ_{rad}). If these approaches are not possible, any program used to generate equations must render its equations in image format at a resolution of at least 300 pixels per inch.

D. Numbers and Units

Please use the International System of Units (SI) and its spacing rules for all numbers and units. For the correct abbreviations, see <http://www.bipm.org> or <http://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>. Examples of correct usage are as follows:

1. N m or N·m for a newton meter; Pa s or Pa·s for a pascal second
2. m/s or m·s⁻¹ for a meter per second
3. L for a liter in all situations: mL, mmol/L, and similar
4. Always use a space to separate the number from the unit—as in “0.4 km·h; 0.995 W; and age, 27.7 ± 1.7 y²—even when used in a modifying context: “the instrument applied a 2.5 MPa stress to the tissue” (no hyphen, or dash, between 2.5 and MPa).
5. Use the exponent style for multiple units, rather than the solidus (slash) style without parentheses: Use -21.25 J·kg⁻¹·m⁻¹ instead of -21.25 J/kg·m.

E. Additional Formatting Preferences

1. Always use commas and semi-colons in a series to separate the items. The comma is the mandatory first-order separator, and the semi-colon is reserved to function

only as the second-order separator, as in, “sports, exercise, and physical activity; randomized, double-blind, controlled trials; and enthusiasm, organization, and commitment. . . .” Always include the comma or semi-colon, as appropriate, before the conjunction word (and, or, but).

2. The semi-colon is used only to separate, and never to introduce.
3. The colon is used to introduce.
4. Capitalize only the very few kinds of words specified in the AMA style manual, such as persons' names. If in doubt, use lowercase.
5. Use acronyms and abbreviations sparingly. Spell out a term at each instance if you use it only 2–3 times. Differentiate between abbreviations (usually lowercase letters) and acronyms (all capital letters). Always use the spelled-out form to begin a sentence. Once you introduce an acronym, keep using it and do not revert to use of the spelled-out term.
6. In the text, parentheses should always surround the brackets: ([. . .]).
7. In math, always use the multiplication sign (\times) or centered dot (\cdot), but never the asterisk. In text, type a space on both sides of all operators, or allow the math software to apply standard spacings. Separate the operations using brackets and parentheses: { . . . [. . . (. . .) . . .] . . . }
8. Leave no spaces before, between, and after any subscript or superscript.
9. Never use the Tab key except to indent the first line of a paragraph.

IV. Review Criteria

Manuscripts will initially be screened by the Editorial staff to determine whether it fits within the scope of *JAB*, has the potential for a positive review, and complies with the requested format and organization. Following this initial screening, *JAB* uses a single-blinded review process where the identity of the authors is revealed to the reviewers, but not vice versa. Manuscripts are peer-reviewed by the Editorial Board and reviewers according to the following general criteria:

- A. Significance or importance of the topic or problem to the field
- B. Originality of the research question(s) or goal(s) of the study
- C. Scientific quality of the methodology, results, and interpretation of the results
- D. Clarity and conciseness of the writing
- E. Potential impact on the field
- F. Interest to the readership

V. Revised Manuscripts

Following peer review, it is common for revisions to be requested. As part of the revision process, please create a document that provides a point-by-point response to the reviewer comments. This document should alternate between each reviewer comment (pasted verbatim from the review), and your response to that comment. State specifically where in the manuscript you revised the text, table, and/or figure in response to the reviewer's concern, and underline added or changed text in the revised manuscript (do not use the track changes feature in Microsoft Word). If you choose not to revise the manuscript on a particular point, clearly state so and justify your decision.

During submission of your revised manuscript, upload your point-by-point response as a "Supplementary File", and update the order so that this file appears prior to the revised manuscript. This will ensure your response appears first in the PDF compiled by ScholarOne.

On the Title Page, write the *JAB* manuscript ID number followed by ".R1" for a first revision, ".R2" for a second revision, and so on.

1 **SAMPLE MANUSCRIPT**

2 **February 28, 2014**

3 **JAB_2013_0275.R1** *(Please include manuscript number if submission is a revision)*

4

5 **Age differences in the required coefficient of friction during level walking do not exist when**
6 **experimentally-controlling speed and step length**

7

8 Dennis E. Anderson,¹ Christopher T. Franck,² Michael L. Madigan³

9 ¹Department of Orthopedic Surgery, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

10 ²Department of Statistics, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, USA

11 ³Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, USA

12

13 **Conflict of Interest Disclosure:** None.

14

15 **Correspondence Address:**

16 Michael L. Madigan, PhD

17 Department of Biomedical Engineering

18 5045 Emerging Technologies Building

19 3120 Texas A&M University

20 College Station, TX 77843-3120

21 Phone: 979.862.1214 Email: mlm@tamu.edu

22

23 **Running Title:** *(If desired, provide a brief title of no more than six words)*

24 *(Insert page break here)*

25 **Abstract**

26 The abstract should briefly describe your motivation, purpose, methods, results, and conclusions.

27 Do not use subheadings, and limit the length to 200 words.

28

29 **Keywords:** Please include 3 to 5 keywords that help describe the general aspects of the
30 manuscript. These keywords should: *not* already appear in the title, be listed in all lowercase, and
31 be separated by commas (not semi-colons).

32

33 **Word Count:** Please provide the word count for the Introduction through the Discussion.

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

(Insert page break here)

49

Introduction

50 Provide background information on the significance of the problem or issues addressed
51 by the work, making sure to adequately motivate the need for the study. In text citations should
52 appear as superscript numerals,¹ and should be numbered in the order of appearance.

53 The last paragraph of the Introduction should explicitly state the purpose of the study,
54 and hypotheses if appropriate. In general, Original Research Articles must include hypotheses.
55 Other types of manuscript listed above do not have this requirement.

56

57

Methods

58 Begin with a description of your subjects. Studies involving humans must include a statement
59 regarding institutional approval of protocol and informed consent. Studies involving animals
60 must include a statement regarding institutional approval and compliance with government
61 regulations on animal welfare. Then provide an overview of your Methods (including a
62 description of your experimental design), and a detailed description of the Methods. If you
63 proposed a question or hypothesis in the Introduction, conclude this section a description of your
64 statistical analysis.

65 Subheadings: Subheadings are acceptable within the Methods section if formatted as
66 shown here, but should not be used as a substitute for clear topic sentences that lead each
67 paragraph.

68

69

Results

70 Begin each paragraph with a topic sentence that states a key result. Each topic sentence
71 should correspond to a specific question asked or a hypothesis posed. The text following the

72 topic sentence provides the substantiating information. Subheadings should not be used in the
73 Results section.

74 To report p values (note that p should be lowercase and italicized), use 3 decimal places
75 for exact values, without a leading zero. For p values less than .001, use $p < .001$. References to
76 Figures (Figure 1) and Tables (Table 1) in the text should be given parenthetically.

77

78 Discussion

79 Begin by reiterating the purpose of the study or the important questions/hypotheses, and
80 then the primary findings. Next, it is typically best to describe the important limitations of the
81 study. The remaining Discussion should include: (1) interpretation (what happened and why?);
82 (2) integration (how do the current results compare/support/diverge from existing evidence or
83 theories?); and (3) implications (what does the current work suggest regarding practice in this or
84 related fields?). End this section with a summary of your findings. Do not use "Conclusions" as a
85 subheading, and do not provide any comments directed toward future research.

86

87 Acknowledgments

88 Include sources of funding, and any other contributors to the work presented in the manuscript.

89

90 References

91 References should be numbered, and be listed in the same order as they appear in the manuscript.
92 References must follow the *American Medical Association (AMA) Manual of Style*, 10th edition.
93 This is the same format as used by the *Journal of the American Medical Association*, for which
94 output style files are available for most reference management software. References should be

95 for published materials (ideally, peer-reviewed), and preferably not sources that are not generally
96 available to readers. References do not need to be double-spaced. Samples include:

- 97 1. Brand RA, Huijskes R. Structural outline of an archival paper for the Journal of
98 Biomechanics. *J Biomech* 2001;34(11):1371–1374. **[journal article]**
99 2. Crisco JJ, Wilcox BJ, Machan JT, et al. Magnitude of head impact exposures in individual
100 collegiate football players. *J Appl Biomech*. In press. **[in press journal article]**
101 3. Lewinsohn P. Depression in adolescents. In: Gottlib IH, Hammen CL, eds. *Handbook of*
102 *Depression*. New York, NY: Guilford Press; 2002:541–553. **[chapter in a book]**
103 4. Iverson C, Christiansen S, Flanagan A, et al. *AMA Manual of Style: A Guide for Authors and*
104 *Editors*. 10th ed. New York, NY: Oxford University Press; 2007. **[entire book]**
105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

(Insert page break here)

124

Tables

125 Tables must be formatted using Microsoft Word's table-building functions, with rows, columns,
 126 and cells, and not with tabs, spaces, and paragraph breaks. Tables must be concise and no larger
 127 than approximately 15 cm (6 inches) wide by 23 cm (9 inches) tall, including the title and
 128 footnotes, if intended to fit on a single printed page. Tables should not be double-spaced. Each
 129 table must be numbered, have a brief title, and be mentioned in the text parenthetically (Table 1)
 130 at least once.

131

132 Table 1 Faller and nonfaller group characteristics, mean (SD)

Characteristic	Faller (<i>n</i> = 60)	Nonfaller (<i>n</i> = 90)	<i>p</i>
Age (years)	77.0 (8.2)	74.3 (9.0)	.002
Height (cm)	164.4 (8.2)	170.8 (10.9)	.011
Weight (N)	743.4 (166.8)	764.7 (148.3)	
Sex	16 male/44 female	46 male/44 female	< .001

133 *Note.* Details should go in the text or in the table footnote, and not in the table title.

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

(Insert page break here)

145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168

Figure Captions

Figure 1 — Provide a caption that describes a fact or finding depicted in the figure. Define all nonstandard abbreviations or acronyms used in the figure. The caption should be as short as possible, with full explanations provided in the text. Each figure must be numbered and each should be called out in the text in consecutive numerical order.

(End of main document)

169

Figures

170 Please do not integrate figures into your manuscript. Instead, each figure will be uploaded
171 separately during the online submission process, and automatically appended to the end of your
172 manuscript when a PDF of your entire submission is created via ScholarOne.

173 Each figure must be no larger than approximately 15 cm (6 inches) in width and 20 cm (8
174 inches) in height, not including the caption. The size of any text appearing in your figures must
175 be easily readable after the figure is properly sized for publication. Ideally, all units should be
176 styled and used just as in the text. In bar graphs, the use of stripe patterns, cross-hatching, or
177 solids (black or white) is best. When using shades of gray, make sure they are easily
178 distinguishable when printed. Use thick (e.g., 1 point in width) black solid lines throughout for
179 best reproducibility.

180 The preferred file format is high-resolution EPS, but high-resolution JPEGs or TIFFs at
181 300 ppi are also acceptable, as are high-resolution PDFs. Figures may be created in Microsoft
182 Word, but never paste or import a figure from other software into Word, due to loss of quality.
183 When uploading, clearly identify each figure by including its number and the corresponding
184 author's name within the file name. Only if necessary to convey meaning, color figures can be
185 published at a cost to the author of \$600 per page in the print version. Likewise, only if
186 necessary, color figures may be used in *JAB*'s electronic version, but at no cost to the author (the
187 corresponding print figures will be in black/white or grayscale). Whenever possible, please make
188 sure data points/lines are distinguishable when printed on a non-color printer.

189 Authors wishing to reproduce previously published material must obtain prior written
190 permission from the copyright holder, and include this with submission. Motion picture imaging
191 (videos, movies) may be submitted for display as part of *JAB*'s electronic version.