

Izabela Neto Silva

**CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS ANÁLISES DO
COMPRIMENTO DO FASCÍCULO NAS IMAGENS PANORÂMICAS DE US
PARA O MÚSCULO BÍCEPS FEMORAL**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia educacional
2019

Izabela Neto Silva

**CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS ANÁLISES DO
COMPRIMENTO DO FASCÍCULO NAS IMAGENS PANORÂMICAS DE US
PARA O MÚSCULO BÍCEPS FEMORAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia educacional
2019

RESUMO

A flexibilidade é uma capacidade que pode ser associada a diversas áreas da educação física, sendo que o treinamento da mesma pode proporcionar mudanças na arquitetura do músculo. O músculo bíceps femoral é uma musculatura que é altamente demandada nas modalidades esportivas e que tem grande prevalência de lesões. Devido a isso, o treinamento da sua flexibilidade tem sido alvo de diversos estudos. Como uma das mudanças advindas desse treinamento seria a possível alteração do comprimento do fascículo, é necessário um instrumento que meça esse componente muscular de forma confiável. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a confiabilidade intra-examinador das imagens panorâmicas no ultrassom para o comprimento do fascículo do músculo bíceps femoral. Foi realizada uma coleta no ultrassom, com dez voluntários, para aquisição de duas imagens panorâmicas do músculo bíceps femoral. Na análise, o comprimento do fascículo foi determinado e cada imagem foi avaliada por um examinador três vezes. O coeficiente de correlação Intraclasse (CCI) e o erro padrão de medida (EPM) foram calculados a partir dos valores encontrados nas avaliações. O CCI teve valor de 0,93 para análise do comprimento do fascículo na perna esquerda e 0,95 para a perna direita, apresentando, portanto, excelente confiabilidade. Quanto aos valores referentes ao EPM foram encontrados valores semelhantes em ambas as pernas, sendo esses de 0,4 cm. A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que a medida panorâmica na US parece poder ser uma técnica de análise do comprimento do fascículo confiável.

Palavras-chave: Arquitetura muscular. Comprimento do fascículo. Confiabilidade. Bíceps femoral. Ultrassom. Panorâmica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Marcações para aquisição das imagens de ultrassom.....	11
Figura 2 - Determinação do comprimento do fascículo na imagem panorâmica	11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra	9
--	---

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAIS E MÉTODOS	9
2.1 Design experimental	9
2.2 Cuidados éticos.....	9
2.3 Amostra.....	9
2.4 Instrumentos	10
2.5 Procedimentos experimentais	10
2.6 Análise estatística	12
3. RESULTADOS.....	13
4. DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

A flexibilidade está relacionada à capacidade do indivíduo de executar movimentos em grandes amplitudes angulares por si mesmo ou sob influência de forças externas (WEINECK, 1999) e representa um componente no desempenho físico, para o rendimento em várias modalidades esportivas, e determinante no processo de reabilitação, recuperando a amplitude de movimento e melhorando a função geral (APOSTOLOPOULOS *et al.*, 2015, TAYLOR *et al.* 1990).

O exercício de alongamento tem sido utilizado como o conteúdo do treinamento para melhorar a flexibilidade. A capacidade dos tecidos conjuntivos e musculares de mudar sua arquitetura em resposta ao alongamento é importante para seu funcionamento, reparo e desempenho adequados (APOSTOLOPOULOS *et al.*, 2015). Os ganhos de amplitude de movimento (ADM) advindos dos treinamentos de flexibilidade, crônicos ou agudos, podem ser explicados por diferentes mecanismos os quais geram adaptações que influenciam na amplitude final do indivíduo. Weppler; Magnusson (2010) mostraram que a diferença de amplitude inicial e final ocorre em função da diminuição na percepção da sensação de dor dos indivíduos ou em função do aumento de tolerância ao desconforto durante as sessões de alongamento, o que ele nomeia de teoria sensorial, e através de alterações biomecânicas da musculatura: rigidez e sarcomerogênese.

A rigidez de um músculo pode ser representada pela relação entre a variação do torque e a variação da amplitude de movimento (ADM) durante a execução de um alongamento com ou sem a presença de atividade contrátil (AQUINO *et al.*, 2006). A alteração da flexibilidade vinculada à rigidez ocorre devido a um mecanismo chamado relaxamento sob tensão (RST). O RST acontece quando um músculo é alongado e mantido na mesma posição por um período de tempo, como é o caso da técnica passivo-estático, e então a resistência do músculo ao alongamento diminui gradualmente (WEPPLER *et al.*, 2010). Isso sugere que o alongamento reduz a viscosidade e / ou rigidez da unidade músculo tendão, o que pode ser um dos fatores para aumentar a amplitude de movimento articular (KUBO *et al.*, 2001).

Estudos de Williams e Goldspink (1971) (1978) realizados em animais sugerem que a imobilização da musculatura durante um determinado período de tempo pode ocasionar uma diminuição da quantidade de sarcômeros em série seguido de um aumento dos mesmos quando não mais imobilizados, retornando aos valores iniciais antes da imobilização. Isso mostra que a quantidade de sarcômeros é adaptável ao comprimento da musculatura. Assim, esses resultados encontrados, de maneira indireta, podem se relacionar com a proposta de que ocorre a sarcomerogênese durante o alongamento e isso pode alterar o comprimento do fascículo após sessões de treinamento de flexibilidade.

Considerando essa possível alteração na arquitetura do músculo é necessário algum instrumento que possa medir a adaptação na musculatura de maneira confiável. Uma forma de verificar a quantidade de sarcômeros após um período de imobilização ou após um treinamento de flexibilidade seria, assim como realizado em animais por Williams e Goldspink (1971), por meio de biópsia ou através da remoção de um pedaço do músculo e posterior análise. Entretanto, tais métodos são caros ou não podem ser utilizado em humanos por razões éticas.

Nesse contexto, a ultrassonografia (US) tem sido utilizada de forma eficaz, válida e confiável para a avaliação do comprimento do fascículo, ângulo do fascículo e espessura muscular *in vivo* em humanos (FREITAS *et al.*, 2017), pois, mesmo que as fibras musculares sejam muito pequenas para serem vistas *in vivo*, os fascículos que elas formam podem ser nitidamente visualizados usando a ressonância magnética (RM) ou a US. (NOORKOIV *et al.*, 2010). Entretanto, a ressonância magnética, apesar de para algumas variáveis apresentar imagens mais nítidas, possui alto custo comparado ao ultrassom.

Além do baixo custo, a US oferece diversas formas de adquirir imagens que são capazes de fornecer variáveis relevantes para o conhecimento da arquitetura muscular, inclusive algumas dessas formas de medir apresentam elevada confiabilidade para as medidas de interesse, ângulo de penação, espessura muscular, etc.. Para a determinação do comprimento do fascículo é comum o uso de técnicas de extrapolação, de montagem de imagem ou métodos ampliados de campo de visão (imagens panorâmicas no ultrassom)

(FREITAS *et al.*, 2017). A técnica panorâmica utiliza uma técnica de sequenciamento de imagens que permite ver todo o fascículo na extensão do músculo, diferentemente da técnica estática, a qual permite a visualização de partes e por meio de uma equação baseada em relações trigonométricas predizendo o tamanho do fascículo considerando que esse teria, durante todo o músculo, a mesma orientação da porção mostrada na imagem capturada. Como pode haver alterações ao longo do músculo a imagem panorâmica parece ter vantagem sobre a imagem estática (NOORKOIV *et al.*, 2010).

Dentre essas maneiras de captação de imagem por US, Noorkkoiv *et al* (2010) avaliaram a confiabilidade e a validade da medida panorâmica para o músculo vasto lateral e sugerem que essa é confiável e válida para medir o comprimento do fascículo, com um erro padrão de medida percentual de 0,84% e com coeficiente de correlação intraclassa de 0,99.

O músculo bíceps femoral tem sido alvo de estudos por ser acometido por lesões em diversas modalidades, por exemplo, no futebol, aproximadamente 37% do tempo em que jogadores ficam afastados de jogos ou treinamento ocorre devido à estiramentos de posteriores de coxa (TIMMINS *et al.*, 2016). Além disso, a musculatura do bíceps femoral tem sido alvo de estudos por possui uma arquitetura composta por fascículos, em sua maioria, não lineares com diferentes angulações ao longo do músculo (PIMENTA *et al.*, 2018), essa característica pode dificultar a determinação dos componentes da arquitetura desse músculo e tem feito que diversas técnicas de análises venham sendo estudadas. Freitas *et al.* (2017) avaliaram a confiabilidade intra e inter examinador da técnica estática nas variáveis comprimento e espessura, comprimento do fascículo e o ângulo do fascículo do músculo bíceps femoral. Entretanto, somente Pimenta *et al.*, (2018) compararam a medida panorâmica com outras formas de medidas e nenhum estudo avaliou somente a confiabilidade e a validade da medida panorâmica para essa musculatura. Portanto, o objetivo do presente estudo é verificar a confiabilidade intra-examinador na medida panorâmica de ultrassom para o comprimento do fascículo do músculo bíceps femoral.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Abordagem experimental

O presente estudo é caracterizado como transversal. Foi realizada uma única sessão com duração de aproximadamente uma hora e foram coletadas imagens de ultrassonografia do músculo bíceps femoral do membro inferior esquerdo e direito.

2.2 Cuidados éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob número de CAAE: 88478518.3.0000.5149. Os voluntários foram informados sobre os objetivos e os procedimentos. Todos os voluntários assinaram o termo livre e esclarecido. Os dados foram utilizados apenas para fins de pesquisa e os voluntários poderiam desistir a qualquer momento.

2.3 Amostra

A amostra foi composta por 10 voluntários do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos (Tabela 1). A quantidade de voluntários foi determinada baseada em estudos semelhantes que utilizaram a mesma quantidade amostral (FREITAS *et al.*, 2017; NOORKOIV *et al.*, 2010).

Tabela 1 - Caracterização da amostra

Características	Média ± DP
Idade (anos)	22 ± 2,55
Massa (kg)	70,39 ± 10,77
Estatura (m)	1,81 ± 0,08

2.4 Instrumentos

Foi utilizado um aparelho de ultrassonografia (MindRay DC-7, Shenzhen, China) em modo panorâmico, utilizando um transdutor linear de 4cm a 7,5MHz, profundidade da captação da imagem variando de 5 a 7 cm e ganho entre 50 e 64db (as configurações foram ajustadas de forma a permitir uma imagem nítida de todo ventre muscular).

2.5 Procedimentos experimentais

Em uma única sessão, um mesmo avaliador, treinado previamente, realizou a aquisição de quatro imagens por voluntário, duas de cada perna. Sendo as imagens adquiridas antes ou depois de uma intervenção proposta por outro trabalho relacionado à flexibilidade. O transdutor foi deslocado ao longo de uma linha de 30 cm, paralela aos fascículos, delimitada por uma marcação de 20 cm em micro poro em uma velocidade aproximadamente constante durante um tempo de aproximadamente 4s. Após a aquisição das imagens a medida do comprimento do fascículo foi realizada manualmente por um segundo avaliador utilizando o programa Osirix (versão 5.6 para iOS).

Para as análises alguns procedimentos foram necessários:

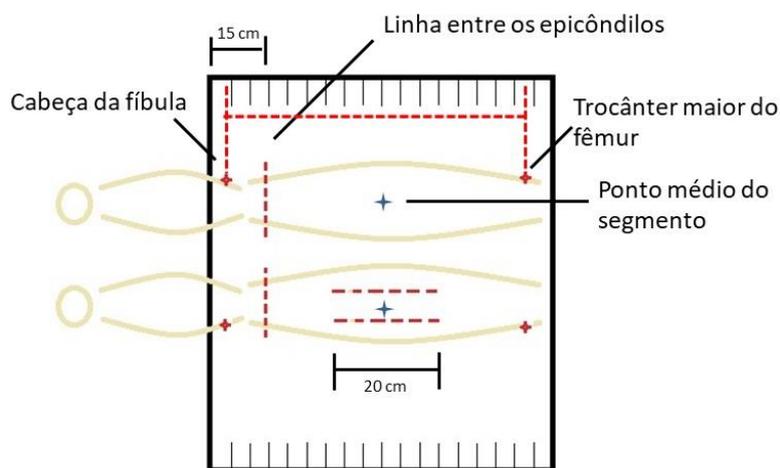
- Selecionar fascículos mediais nas imagens
- Utilizar um filtro denominado inferno
- Utilizar, para determinar o comprimento do fascículo, uma ferramenta chamada *open polygon*

Cada imagem foi analisada três vezes pelo avaliador e os valores do comprimento do fascículo encontrados em cada medida foram comparados de acordo com cada membro, esquerdo e direito.

O procedimento de aquisição das imagens foi realizado da mesma maneira como descrito por Noorkoiv *et al.* (2010). Dessa forma, o voluntário chegou ao laboratório e permaneceu 15 minutos deitado em uma maca em decúbito ventral. Ao longo desses 15 minutos a região posterior da coxa do voluntário foi marcada para identificação dos pontos onde seriam adquiridas as imagens. Os pontos de referência, trocânter maior do fêmur e cabeça da fíbula,

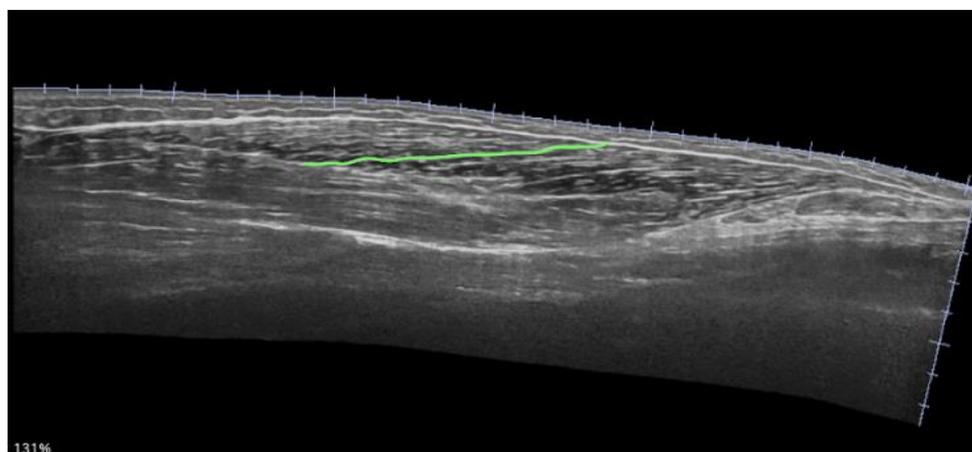
foram identificados a partir de palpação antes de o voluntário deitar-se na maca para posterior determinação do ponto médio do segmento e, aproximadamente, a metade do ventre muscular. As projeções dos pontos identificados foram marcadas em uma prancha milimetrada, de forma que o comprimento do segmento foi calculado como a distância entre a projeção desses. Essa prancha possui todos os ângulos retos e sua borda inferior foi alinhada paralelamente, a 15 cm, a uma linha que passa entre os epicôndilos lateral e medial do fêmur. Para a realização das medidas foi utilizado gel de contato entre o probe e a pele do voluntário, a fim de garantir o acoplamento acústico e minimizar a compressão muscular durante a aquisição das imagens.

Figura 1 - Marcações para aquisição das imagens de ultrassom



Fonte: Elaboração própria

Figura 2 - Determinação do comprimento do fascículo na imagem panorâmica



Fonte: Elaboração própria

2.6 Análise estatística

Para verificar a confiabilidade intra-examinador na avaliação das imagens foi utilizado o coeficiente de correlação intra classe (CCI) e o erro padrão de medida (EPM) (WEIR, 2005). Valores CCI foram seguidos pelos respectivos valores de confiança de 95%, sendo os intervalos classificados como fraco ($<0,4$), moderado (0,4 a 0,59), bom (0,6 para 0,74) e excelente (0,75-1). Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS 20.0 (Chicago, IL). O nível de significância da estatística foi de 5%.

3 RESULTADOS

Valores de CCI e EPM intra-examinador

Os resultados encontrados referentes ao CCI foram de 0,93 para avaliação do comprimento fascículo na perna esquerda dos voluntários e 0,95 para a perna direita, apresentando, portanto, excelente confiabilidade. Quanto aos valores referentes ao EPM foram encontrados valores semelhantes em ambos membros inferiores, sendo esses de 0,4 cm, caracterizando um baixo EPM para as medidas do presente estudo.

O comprimento do fascículo teve como média das três avaliações realizadas o valor idêntico de 10,35 cm para ambas as análises das duas imagens obtidas da perna esquerda, com um desvio padrão de 1,54 cm para a primeira imagem e 1,50 cm para a segunda. Quanto às médias referentes às imagens de ultrassom do membro inferior direito, o valor médio do comprimento do fascículo das três avaliações foram 10,50 cm para a primeira imagem analisada e 10,53 cm para a segunda, com um desvio padrão de 1,78 cm e 1,73 cm, respectivamente.

4 DISCUSSÃO

A alteração do comprimento do fascículo de cada músculo é dependente de diversos fatores como o envelhecimento, o treinamento físico, o destreinamento e o desuso (NOORKOIV *et al.*, 2010). Assim sendo, é importante o estudo dessa variável visto que a partir dela pode se ter esclarecimentos sobre o comportamento/resposta do músculo em diferentes situações.

Nesse sentido, verificar se uma técnica de análise do comprimento do fascículo possui elevada confiabilidade é tornar possível a utilização de um método de medição com valores confiáveis e, dessa forma, conhecer e analisar a arquitetura do músculo.

O presente estudo, ao medir o comprimento do fascículo utilizando a imagem panorâmica no ultrassom, obteve uma confiabilidade intra-examinador considerada alta e um EPM baixo. Esse resultado nos mostra que é possível, a partir do estabelecimento de um padrão e do treinamento do avaliador para realização das medidas, a análise de imagens adquiridas no formato panorâmico no aparelho de ultrassonografia. Considerando que essa técnica permite a visualização de todo o comprimento do fascículo, ter alta confiabilidade nessa aquisição pode aprimorar os métodos já utilizados na literatura para determinar o tamanho do fascículo, medindo-o diretamente sem a necessidade do uso de equações para estimar o seu comprimento.

Freitas *et al.*, (2017) utilizou a medida estática no ultrassom para determinar o comprimento do fascículo do músculo bíceps femoral e verificar a confiabilidade intra e inter examinador dessa técnica. O resultado foi de alta confiabilidade e o valor médio para o comprimento do fascículo encontrado foi de $9,64\text{cm} \pm 1,79$ para imagem completa usada no estudo e $9,47\text{ cm} \pm 1,66$ para metade da imagem. Esses valores são próximos aos encontrados no presente estudo.

Entretanto, como a técnica estática não fornece a visualização completa do músculo e o comprimento do fascículo é calculado a partir de relações trigonométricas é justificável a diferença encontrada, mesmo que pequena, nos valores médios do presente estudo comparados aos encontrados por Freitas *et al.* (2017).

Outro estudo, proposto por Kellis *et al.*, (2009), verificou o comprimento do fascículo do músculo bíceps femoral em cadáveres a partir de medidas diretas após dissecação e em imagens de ultrassom. Quanto aos valores médios do comprimento do fascículo encontrados tem-se $7,60 \text{ cm} \pm 1,03$ para a dissecação e $8,04 \pm 1,66 \text{ cm}$ para o ultrassom.

Os achados de Kellis *et al.*, (2009), quando comparados aos achados de Freitas *et al.* (2017), apresentam maior diferença para os resultados encontrados no presente estudo, principalmente para a medida direta feita a partir da dissecação. Visto que, quando se tem como referência as medidas adquiridas através da ultrassonografia, os comprimentos encontrados diferem em aproximadamente 2,4 cm e para dissecação isso altera para quase 3 cm. Isso pode ser em função da forma de análise e aquisição visto que foram utilizados métodos diferentes.

Nas imagens do ultrassom, apesar do mesmo instrumento, os autores usaram formas distintas de determinar o ponto médio do ventre muscular visto que utilizaram o próprio ultrassom para detectar pontos anatômicos no músculo e a partir desses determinarem o ponto médio do ventre muscular em relação sua origem e inserção. Já o presente estudo, utiliza como referências pontos anatômicos detectados a partir de palpação. Essa divergência para identificação do ponto médio do músculo pode ser responsável para a discrepância dos valores encontrados, sendo que o método de detecção pelo próprio ultrassom utilizado por Kellis *et al.*, (2017) pode apresentar ruído ou diferença de interpretação dos locais utilizados como parâmetros se a imagem não for captada com uma boa qualidade.

Quanto aos valores apresentados na medida direta de dissecação, somente a diferença de técnica e o fato das amostras serem diferentes, cadáveres e indivíduos in vivo, torna questionável a comparação entre os métodos.

Apesar do alto valor de CCI apresentado e dos valores médios do fascículo terem sido próximos aos encontrados em estudos anteriores, o presente estudo se limita a não definir a técnica atual como uma técnica que pode ser utilizada em diferentes análises, pois a relação mostrada é somente referente à um examinador. Sendo que, para que haja reprodutibilidade da técnica e essa possa eventualmente ser utilizada em estudos futuros feitos por

outros indivíduos, é necessário a realização da confiabilidade inter examinadores.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que a medida panorâmica na US parece poder ser uma técnica de análise do comprimento do fascículo confiável. Contudo, ainda é necessária a realização de maiores estudos sobre a técnica a fim de que se comparem as análises realizadas por diferentes avaliadores, verificando se a mesma pode ser reproduzida por diferentes pessoas e ainda sim apresentar elevada confiabilidade.

REFERÊNCIAS

- APOSTOLOPOULOS, N. *et al.* The relevance of stretch intensity and position - a systematic review. **Frontiers in Psychology**, v. 6, n. August, p. 1. 25, 2015.
- AQUINO, C. F., GONÇALVES, G. G. P., FONSECA, S. T., & MANCINI, M. C. Análise da relação entre flexibilidade e rigidez passiva dos isquiotibiais. **Rev Bras Med Esporte**, v.12, n. 4, p. 175-9, 2006.
- BRETT, S.T. *et al.* Reliability of physical, physiological and tactical measures in small-sided soccer games with numerical equality and numerical superiority. **Rev Bras Cineantropom Hum**, v.18, n. 5, p.602-610, 2016.
- FREITAS, S. R. *et al.* Ultrasonographic measurement of the biceps femoris longhead muscle architecture. **Journal of Ultrasound in Medicine**, p. 1. 10, 2017.
- KELLIS, E., GALANIS, N., NATSIS, K., KAPETANOS, G. Validity of architectural properties of the hamstring muscles: correlation of ultrasound findings with cadaveric dissection. **Journal of Biomechanics** v. 42, p.2549. 54, 2009.
- KUBO, K., KANEHISA, H., KAWAKAMI, Y., & FUKUNAGA, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **Journal of applied physiology**, v. 90, p. 520-527, 2001.
- NOORKOIV, M. *et al.* In vivo assessment of muscle fascicle length by extended field-of-view ultrasonography. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 6, p. 1974. 1979, 2010.
- PIMENTA, R., BLAZEVIČ, A., FREITAS, S. Biceps Femoris Long-Head Architecture Assessed Using Different Sonographic Technique **Medicine & Science in Sports & Exercise** v. 50, n. 12, p. 2584-2594, 2018
- TAYLOR, D. C. *et al.* Viscoelastic properties of muscle-tendon units. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 3, p. 300. 309, 1990.
- TIMMINS, R., BOURNE, M., SHIELD, A.J., WILLIAMS, M., LORENZEN, C., OPA, D. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. **Br J Sports Med** v.50, n. 24, p.1524-1535, 2016
- WEINECK, J. **Treinamento ideal**. São Paulo: Editora Manole, 1999.
- WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 231-240, 2005.
- WEPPLER, C. H.; MAGNUSSON, S. P. Increasing Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation? **Physical Therapy**, v. 90, n. 3, p. 438. 449, 2010.

WILLIAMS, P. E.; GOLDSPINK, G. Longitudinal Growth of Striated Muscle Fibres. **Journal of Cell Science**, v. 9, p. 751. 767, 1971.

WILLIAMS, P. E.; GOLDSPINK, G. Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. **Journal of Anatomy**, v.127, n3, p. 459 - 468, 1978.