Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2018

Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular durante a oclusão do fluxo sanguíneo, no desempenho funcional e hipertrofia muscular, em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Natanael Teixeira
Alves de Sousa

Tese de Doutorado

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

NATANAEL TEIXEIRA ALVES DE SOUSA

ANÁLISE DA EFICÁCIA DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA
NEUROMUSCULAR DURANTE A OCLUSÃO DO FLUXO SANGUÍNEO,
NO DESEMPENHO FUNCIONAL E HIPERTROFIA MUSCULAR, EM
ATLETAS DE BASQUETE DE ALTO RENDIMENTO. ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO CEGO.

Ribeirão Preto

2018

NATANAEL TEIXEIRA ALVES DE SOUSA

ANÁLISE DA EFICÁCIA DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR
DURANTE A OCLUSÃO DO FLUXO SANGUÍNEO, NO DESEMPENHO FUNCIONAL
E HIPERTROFIA MUSCULAR, EM ATLETAS DE BASQUETE DE ALTO
RENDIMENTO. ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CEGO.

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro

Ribeirão Preto

2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo da Publicação

Serviço de Documentação da Faculdade de Medicina

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Sousa, Natanael Teixeira Alves

Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular durante a oclusão do fluxo sanguíneo, no desempenho funcional e hipertrofia muscular, em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego. Ribeirão Preto, 2018.

87 f.: il.; 30 cm

Orientador: Guirro, Rinaldo Roberto de Jesus.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP.

1. Estimulação Elétrica. 2. Oclusão Terapêutica. 3. Força muscular.
4 Hipertrofia.

Nome: Natanael Teixeira Alves de Sousa

Título: Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular durante a oclusão do fluxo sanguíneo, no desempenho funcional e hipertrofia muscular, em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Reabilitação e Desempenho Funcional –
FMRP/USP para obtenção do Título de Doutor em
Ciências.

Área de Concentração: Fisioterapia

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória:

Assim como os meus pais dedicaram as suas vidas a mim, com o sonho de um dia verem seu filho se tornar doutor, em um minúsculo gesto de retribuição, eu dedico este meu doutorado, aos meus amados pais, Altino Alves de Sousa Filho e Maria Margarida Teixeira Alves de Sousa.

Do mesmo modo, assim como minha amada esposa, se dedicou fervorosamente a mim, por todos esses anos, me dando um filho lindo, eu dedico este meu doutorado, a minha esposa e filho, Cristiane Pereira de Oliveira e Davi Oliveira Sousa.

Agradecimento

Ao meu orientador/mentor, Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro, ao qual acolheu-me de braços abertos, pacientemente, demonstrando o melhor caminho a trilhar. O termo MENTOR, é originário do latim, que significa “*Mēntōr, ōris*”, do grego, “*Méntōr*”, personagem da Odisseia, de Homero, sVIII a.C., amigo e conselheiro de Ulisses, de que Palas Atena tomou a figura para instruir e formar Telêmaco, donde uso como substituto comum, como ‘conselheiro, guia, sábio, pessoa que inspira, estimula, cria ou orienta’. Portanto, não existe definição melhor do que essa, para expressar o meu enorme apresso e admissão a essa pessoa que meu conduziu por todos esses anos, participando diretamente da minha formação profissional e pessoal, na formação de caráter e ética.

Ao meus amados pais, Altino Alves de Sousa Filho e Maria Margarida Teixeira Alves de Sousa, que com sua enorme sabedoria e amor, sempre me incentivaram e acolheram nos momentos mais difíceis desta longa jornada, cheia de percalços e enormes dificuldades. Em especial, agradeço ao meu pai, por me incentivar e alicerçar toda essa caminhada a mais de 8 anos, fazendo do seu sonho, o meu, em ter um filho intitulado doutor. Portanto, doutor é o senhor meu pai! Doutor na arte de viver, na arte de superar dificuldades, doutor em não deixar “a peteca cair”.

A minha amada esposa, Cristiane Pereira de Oliveira Sousa, por ser sempre o meu braço FORTE “braço direito”, por sempre estar ao meu lado apoiando e incentivando nos momentos mais difíceis, por sempre ser a serenidade que preciso em momentos conturbados desta jornada, por ser essa mulher maravilhosa e principalmente por me dar um filho lindo, que me enche de alegria, todos os dias, com seu sorriso cativante e sua cara de sem vergonha.

Aos meus alunos de iniciação científica, Fábio Andreino e Victor Vivan, os principais responsáveis pelo desenvolvimento deste projeto, pelo trabalho, dedicação, aprendizado e “carregando o piano” durante todo o projeto. Agradeço a vocês de coração!

Ao meu grande amigo Rogério Barbosa, fisioterapeuta do Franca Basquete, que nos acolheu de braços abertos e embarcou conosco nessa difícil jornada, participando de todas as fases do projeto, nos auxiliando e assessorando em cada etapa. A você, o meu sincero obrigado.

Ao meu conterrâneo e amigo, Rafael Reis, por aceitar a parceria para realização do projeto, sempre solícito e dedicado em todos momentos.

Ao meu grande amigo Fúlvio Ventura, preparador físico do Franca Basquete, que nos auxiliou durante a realização do projeto.

Aos amigos do LARF, em especial ao Almir Vieira Dibai-Filho e a Nathalia Borges, por sempre estarem presentes, ajudando e auxiliando nos momentos mais oportunos. Bem como, as amigas Ariane, Alessandra, Rosana, Flavia e Gabriela, pela parceria, amizade e gargalhadas. Sentirei saudades de vocês!

Aos nossos colaboradores, Prof. Dr. Enrico Fuini Puggina, Prof. Dr. Paulo Roberto P Santiago, Prof. Dr. Carlos Eduardo Martinelli Junior, Prof. Dr. Marcello Henrique Nogueira Barbosa e Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho, aos quais contribuíram para a viabilidade e desenvolvimento deste projeto.

Aos Amigos do PPG em Reabilitação e Desempenho Funcional, meu muito obrigado a todos! Em especial, agradeço ao Tenyson Will de Lemo por me auxiliar em todos os momentos e ao Samuel Ribeiro Filipini por ser sempre meu braço direito.

Aos técnicos colaboradores, Eduardo Bergonzoni Junqueira e Helen Oliveira, por serem sempre solícitos e nos auxiliarem na realização das avaliações.

Ao Ministério do Esporte, pelo financiamento da pesquisa via Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq).

Ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado.

E finalmente, a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, pela oportunidade de realização do doutorado e ao Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional por oferecer toda infraestrutura para a realização do projeto.

A mais bela coisa que podemos vivenciar é o mistério. Ele é fonte de qualquer arte verdadeira e qualquer ciência. Aquele que desconhece esta emoção, aquele que não para mais para pensar e não se fascina, está como morto: seus olhos estão fechados.

Albert Einstein

RESUMO

Sousa, N. T. A. Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular durante a oclusão do fluxo sanguíneo, no desempenho funcional e hipertrofia muscular, em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego. 2018. 87 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é uma técnica que vem sendo utilizada para melhora das capacidades de força, potência de salto e velocidade, em diferentes modalidades esportivas, buscando o aumento do desempenho atlético. Contudo, até o presente momento existem poucos estudos acerca desta temática, sendo que, nenhum destes é um ensaio clínico randomizado. Outro método que tem se mostrado promissor, para ganho de força e hipertrofia muscular, é a realização do treinamento de baixa intensidade durante a oclusão do fluxo sanguíneo (OFS). Nesse sentido, o presente estudo buscou avaliar a eficácia do treinamento com a EENM durante a OFS dos membros inferiores. Para tal, foram convidados atletas de basquete de alto rendimento, do sexo masculino, com idades entre 16 e 35 anos e IMC entre 20 e 24 Kg/m². Os atletas foram randomizados nos seguintes grupos: Grupo Controle (n = 17), Grupo EENM (n = 16) e grupo EENM+OFS (n = 16). Os atletas randomizados para os grupos EENM e EENM+OFS foram submetidos a 12 sessões de treinamento, durante quatro semanas consecutivas, 3 dias por semana, em 3 séries com 20 a 30% da resistência máxima até a exaustão. A EENM foi aplicada no músculo quadríceps femoral, por uma corrente pulsada, quadrática, bifásica simétrica, com frequência de 50 Hz, duração da fase de 400 µs, T_{on}/T_{off} – 2 segundos, subida e descida – 2 segundos, com intensidade máxima tolerada pelo atleta, realizando o movimento de extensão do joelho, com amplitude de movimento de 90 - 0°. A oclusão foi realizada por um manguito de pressão (18 x 90 cm), posicionado na região proximal da coxa, logo abaixo da linha glútea com pressão média de 221,67 (26,57) mmHg. Os voluntários foram avaliados antes e após o treinamento, por meio das seguintes variáveis: área de secção transversal e espessura muscular; quantificação do desempenho muscular (força, potência, trabalho, resistência e a relação agonista-antagonista); salto vertical e horizontal; teste de agilidade; teste de equilíbrio; quantificação de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3. Para análise de normalidade dos dados foi realizada a análise de histogramas no resíduo do modelo e o teste de Shapiro-Wilk, em seguida o teste Linear de Modelos Mistos para as comparações entre grupos e post hoc de Bonferroni para a comparação intragrupos, sendo assim, considerados dois fatores nas comparações, tempo e grupo. Os resultados demonstraram que ambos os treinamentos resultaram no aumento do hormônio de crescimento humano. O treinamento com a EENM+OFS resultou no aumento da área de secção transversa e espessura do músculo reto femoral. Pode-se observar também que o treinamento com a EENM, proporcionou aumento da área de secção transversa do músculo reto femoral e melhora do desempenho de alguns testes funcionais. Sendo assim, pode-se concluir que os treinamentos EENM e EENM+OFS foram capazes de promover a hipertrofia muscular, sem repercussão nas das capacidades de força e potência.

Palavras-Chave: Estimulação Elétrica, Oclusão Terapêutica, Força Muscular e Hipertrofia.

ABSTRACT

Sousa, N. T A. 2018. Analysis of the efficacy of neuromuscular electrical stimulation during peripheral vascular occlusion in functional performance and muscular hypertrophy in high performance basketball athletes. Blinded randomized clinical trial. 2018. 87 f. Thesis (Doctorate) - Ribeirão Preto School of Medicine, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Neuromuscular electrical stimulation (NMES) is a technique that has been used to improve the strength, jumping power and speed capabilities in different sports modalities, seeking to increase athletic performance. However, to date there are few studies on this subject, none of which is a randomized clinical trial. Another method that has shown promise for increased strength and muscle hypertrophy, is the realization of low intensity training during blood flow occlusion (BFO). In this sense, the present study sought to evaluate the effectiveness of training with NMES during OBF of lower limbs. To this end, they invited high performance basketball players, male, aged between 16 and 35 years and BMI between 20 and 24 kg/m². The athletes were randomized into the following groups: Control Group (n = 17), NMES Group (n = 16) and NMES+BFO group (n = 16). Athletes randomized for NMES and NMES+BFO groups were subjected to 12 sessions of training for four consecutive weeks, 3 days a week, for 3 sets of 20 to 30% of maximum resistance to exhaustion. The NMES was applied to the quadriceps femoral muscle by a pulsed, quadratic, symmetrical biphasic current with a frequency of 50 Hz, phase duration of 400 μ s, T_{on} / T_{off} - 2 seconds, rise and fall - 2 seconds, with maximum tolerated intensity by the athlete, performing the movement of extension of the knee, with range of movement of 90 - 0°. The occlusion was performed by a pressure cuff (18 x 90 cm), positioned in the proximal region of the thigh, just below the gluteal line with a mean pressure of 221.67 (26.57) mmHg. The volunteers were evaluated before and after training, through the following variables: cross-sectional area and muscle thickness; quantification of muscle performance (strength, power, work, endurance and the agonist-antagonist relationship); vertical and horizontal jump; agility test; balance test and quantification of CK, hGH, IGF-1 and IGFBP-3. For analysis of normality of the data, histograms were analyzed in the model residue and the Shapiro-Wilk test, followed by the Linear Mixed Models test for comparisons between groups and Bonferroni post hoc for intragroup comparison, considered two factors in the comparisons, time and group. The results showed that both training resulted in the increase of human growth hormone. Training with NMES+BFO resulted in increased cross-sectional area and thickness of the rectus femoris muscle. It can also be observed that training with NMES provided an increase in the cross-sectional area of the rectus femoris muscle and improved the performance of some functional tests. Thus, it can be concluded that NMES and NMES+BFO training were able to promote muscle hypertrophy, with no effect on the strength and power capabilities.

Keywords: Electrical Stimulation; Therapeutic Occlusion; Muscle Strength; Hypertrophy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Demonstração da trajetória a ser realizada durante o <i>Illinois Agility Test</i>	38
Figura 2	Demonstração da execução do <i>Star Excursion Balance Test</i>	39
Figura 3	Escala da percepção de esforço de Borg (1982), modificada por Foster et al. (1996)	44
Figura 4	Fluxograma do delineamento do estudo.	46
Figura 5	Controle da pressão da oclusão do fluxo sanguíneo ao longo do período de treinamento.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Periodização dos Treinamentos	33
Tabela 2	Média (Desvio padrão) em centímetro, da posição do transdutor durante a avaliação morfométrica.	34
Tabela 3	Média (Desvio padrão) dos domínios e score total, do questionário FAOS.	47
Tabela 4	Média (Desvio padrão) das variáveis antropométricas e composição corporal.	47
Tabela 5	Média (Desvio padrão) e diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das cargas de treinamento.	48
Tabela 6	Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante cada dia de treinamento.	49
Tabela 7	Média (Desvio padrão) e diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das variáveis analisadas após o treinamento.	49
Tabela 8	Média (Desvio padrão) do desempenho, no teste de agilidade de Illinois.	51
Tabela 9	Diferença média entre os grupos (Intervalo de confiança 95%), do desempenho no teste de agilidade de Illinois.	51
Tabela 10	Média (Desvio padrão) dos saltos horizontais.	52
Tabela 11	Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), dos saltos horizontais.	52
Tabela 12	Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante a execução dos saltos verticais.	53
Tabela 13	Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das variáveis avaliadas durante a execução dos saltos verticais.	54
Tabela 14	Média (Desvio padrão) do desempenho, durante a execução do teste de equilíbrio.	55
Tabela 15	Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%) do desempenho, durante a execução do teste de equilíbrio.	56
Tabela 16	Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante a dinamometria isocinética a 60°/s.	57
Tabela 17	Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante a dinamometria isocinética a 270°/s.	58
Tabela 18	Média (Desvio padrão) das concentrações séricas de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3 ao longo do período de treinamento.	59
Tabela 19	Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das concentrações séricas de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3.	60
Tabela 20	Média (Desvio padrão) da espessura, área de secção transversa e ativação dos músculos do quadríceps.	61

Tabela 21 Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), da espessura, área 62
de secção transversa e ativação dos músculos do quadríceps.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

1RM	Uma repetição máxima
ACSM	American College of Sports Medicine
AMTI	Advanced Mechanical Technologies, Incorporation
AQ	Ativação Quadríceps
AR	Ativação Reto Femoral
ARC	Área Reto Femoral Contraído
ARR	Área Reto Femoral Relaxado
AST	Área de secção transversal
AV	Ativação Vasto Intermédio
BFO	Blood Flow Occlusion
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
CK	Creatina Quinase
CM	Coordenação Motora
CONSORT	Consolidated Standarts of Reporting Trials
DA	Deslocamento Anterior
DPL	Deslocamento Pósterio Lateral
DPM	Deslocamento Pósterio Medial
EEFERP	Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto
EENM	Estimulação elétrica neuromuscular
END	Escala numérica de dor
EQC	Espessura Quadríceps Contraído
EQR	Espessura Quadríceps Relaxado
ERC	Espessura Reto Femoral Contraído
ERR	Espessura Reto Femoral Relaxado
EVC	Espessura Vasto Intermédio Contraído
EVR	Espessura Vasto Intermédio Relaxado
Ex	Extensão
FAOS	Foot and Ankle Outcome Score
Fl	Flexão
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão
HC/RP	Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto
HC-FMRP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
hGH	Human Growth Hormone
IAT	Illinois agility test

IC	Intervalo de Confiança 95%
ICC	Confiabilidade intraclasse
IGFBP-3	Insulin-Like Growth Factor Binding Protein -3
IGF-1	Insulin-like growth factor 1
IMC	Índice de massa corporal
LaBioCoM	Laboratório de Biomecânica e Controle Motor
LARF	Laboratório de Recursos Fisioterapêuticos
MID	Membro Inferior Direito
MIE	Membro Inferior Esquerdo.
Musc	Musculação
NMES	Neuromuscular Electrical Stimulation
OFS	Oclusão do fluxo sanguíneo
PA	Potência Aeróbia.
PSE	Percepção subjetiva de esforço
RF	Resistência de Força
RFS	Restrição do Fluxo Sanguíneo
Rpm	Rotações por minuto
SBP	Salto Bi Podal.
SCM	Salto contra movimento
SEBT	Star excursion balance test
SJ	Squat jump
SUPD	Salto Uni Podal Direito
SUPE	Salto Uni Podal Esquerdo
Te	Treino Técnico
T _{off}	Tempo desligado
T _{on}	Tempo ligado
TRIMP	Impulso de treinamento
TT	Treno Tático
U/L	Unidades por litro
USP	Universidade de São Paulo

* Todas a siglas e abreviaturas seguem as normas do Sistema Internacional de Unidades.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1. Estimulação elétrica neuromuscular	22
2.2. Oclusão do fluxo sanguíneo	23
3. JUSTIFICATIVA	27
4. OBJETIVOS	28
4.1. Objetivo principal	28
4.2. Objetivos específicos	28
5. MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1. Aspectos éticos	29
5.2. Delineamento da pesquisa	29
5.3. Randomização e cegamento	29
5.4. Cálculo do tamanho amostral	30
5.5. Critérios de inclusão	31
5.6. Instrumentação	31
5.7. Exame físico	31
5.8. Cronograma de treinamento e avaliações	32
5.9. Avaliação da espessura e área de secção transversa muscular	33
5.10. Avaliação do desempenho muscular	34
5.11. Avaliações de salto	35
5.12. Avaliações do desempenho motor	37
5.13. Mensuração da concentração de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3	40
5.14. Estimulação elétrica neuromuscular	41
5.15. Oclusão do fluxo sanguíneo	41
5.16. Protocolos de treinamento	42
5.17. Escala numérica de dor (END)	43
5.18. Quantificação do treinamento	43
5.19. Análise estatística	45

6. RESULTADOS	46
6.1. Caracterização da amostra	46
6.2. Quantificação do treinamento	48
6.3. Desempenho funcional	51
6.4. Quantificação do desempenho muscular	56
6.5. Variáveis fisiológicas	59
6.6. Espessura e área de secção transversa muscular	60
7. DISCUSSÃO	63
8. CONCLUSÃO	71
9. REFERÊNCIAS	72
10. ANEXO I - FAOS (Foot and Ankle Outcome Score)	80
11. ANEXO II - Declaração de anuência	81
12. ANEXO III - Autorização para coleta de dados do projeto de pesquisa	82
13. ANEXO IV - Aprovação do comitê de ética e pesquisa	83

1. INTRODUÇÃO

O basquetebol é uma modalidade esportiva de alta intensidade, sendo que o salto é o gesto esportivo mais comumente realizado (Drinkwater et al., 2008; Ziv e Lidor 2010). Além disso, movimentos de alta intensidade no basquetebol estão intimamente relacionados com o desenvolvimento das capacidades de força (Saez-Saez et al. 2010), potência (Manoel et al., 2008), velocidade (Fletcher 2010), salto (Khlifa et al., 2010; Myer et al., 2011) e agilidade (Sekulic et al., 2013; Vaczi et al., 2013). Durante um jogo, o atleta realiza cerca de 1000 atividades de curta duração (Abdelkrim et al., 2007), relacionadas com força explosiva, potência de deslocamento, velocidade e agilidade (Erculj et al., 2010).

Nesse sentido, alguns estudos vêm utilizando a aplicação da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) para a melhora das capacidades de força, potência de salto e velocidade, contribuindo para o aumento do desempenho de atletas de modalidades esportivas distintas, tais como: Basquete, com um aumento de 14% no squat jump (SJ), aumento de força isométrica, isocinética concêntrica e excêntrica, após 8 semanas de treinamento (Maffiuletti et al., 2000); Voleibol, com um aumento de 6,5% e 5,4% no SJ e salto contra movimento (SCM), respectivamente, após 3 semanas de treinamento (Malatesta et al., 2003); Futebol, com um incremento de 6,7% e 2,27% do SJ e SCM, respectivamente, após 5 semanas de treinamento (Billot et al., 2010); Rugby, com aumento de força isocinética concêntrica e excêntrica, incremento de 15% na força de agachamento e melhoria de 10% para o SJ, após 12 semanas de treinamento (Babault et al., 2007); Tênis, com o tempo de sprint de 10m reduzido em 3,3% e aumento de 6,4% da altura do SCM, após 3 semanas de treinamento (Maffiuletti et al., 2009); e Atletismo, com aumento de 11,2% SJ, com o tempo do sprint de 30m, reduzido em 6,78% e aumento de 5,21% para o salto triplo, após 8 meses treinamento (Benito-Martínez et al., 2013). Contudo, nenhum destes estudos é um ensaio clínico randomizado, podendo apresentar viés de seleção e alocação.

Neste mesmo sentido, na última década, vem surgindo estudos buscando a otimização do desempenho físico por meio dos exercícios resistidos durante a oclusão do fluxo sanguíneo (OFS). Tal técnica consiste na aplicação de uma pressão externa nos membros superiores ou inferiores, suficiente para impedir o fluxo arterial e venoso, por meio de um torniquete pneumático (Pope et al., 2013). Revisão sistemática recente, comparou exercícios de alta carga versus exercícios de baixa carga com a restrição do fluxo sanguíneo (RFS). Os principais resultados mostraram maiores aumentos na força muscular para altas cargas, em comparação com RFS durante exercícios de baixa carga, mesmo considerando a especificidade do teste, a pressão de oclusão absoluta e a largura do manguito. Em relação à resposta hipertrófica, a magnitude da hipertrofia muscular não foi afetada pela pressão de oclusão absoluta ou largura do manguito, resultaram em ganhos similares na massa muscular quando comparados com RFS durante exercícios de baixa carga (Lixandrão et al. 2017).

Entretanto, estudo de Natsume et al. (2015) avaliaram o efeito crônico da EENM (frequência - 30 Hz; T_{on}/T_{off} – 8/3 segundos; intensidade – 5 a 10% da CIVM) durante a RFS (140 a 200 mmHg) na contração isométrica de flexores do joelho de oito indivíduos saudáveis, observando aumento das capacidades de força isométrica e isocinética (90 e 180°/s⁻¹). Já Inagaki et al. (2011) avaliaram o efeito agudo da EENM (frequência - 20 Hz; duração de pulso – 400 µs; T_{on}/T_{off} – 3/1 segundos; intensidade – 20% da CVM) durante a RFS (150 mmHg) na contração isométrica de flexores do joelho de sete indivíduos saudáveis, observando o aumento da concentração de hGH sanguíneo, 15 e 30 minutos após o término do treinamento. Até o presente momento foi possível encontrar poucos estudos que tenham utilizado a EENM associada a RFS (Greenhaff et al., 1993; Inagaki et al., 2011; Natsume et al., 2015).

Sendo assim, os conhecimentos dos reais mecanismos destes treinamentos ainda se encontram inconsistentes, o que requer uma análise mais aprofundada dos seus efeitos sobre o

desempenho motor, capacidades de força e potência muscular, bem como na hipertrofia muscular, aumento da secreção do hormônio do crescimento humano (hGH), Fator de Crescimento Semelhante à Insulina Tipo 1 (IGF-1) e supressão de Fator de crescimento insulinóide ligado à proteína 3 (IGFBP-3). Até o presente momento não se sabe ao certo quais são os efeitos do treinamento com a EENM durante a OFS em atletas. Deste modo, o presente estudo busca utilizar tais técnicas com o objetivo de analisar o efeito do treinamento muscular em atletas de elite do basquetebol.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Estimulação elétrica neuromuscular

Os parâmetros físicos das correntes, o tempo da estimulação, o número de sessões e a duração do treinamento, são fatores determinantes para o sucesso da EENM na produção de força e potência muscular (Bergquist et al., 2011; Bickel et al., 2011). Contudo, em decorrência da variedade de protocolos utilizados para a EENM, não há um consenso sobre os parâmetros adequados há serem utilizados.

A frequência de estimulação é considerada como um elemento de base para determinar a eficácia de um programa de estimulação (Maffiuletti et al., 2000, 2011). Frequências de 100 - 150 Hz podem conduzir a melhora da força explosiva (Benito-Martínez et al., 2013; Martínez-López et al., 2012). Entretanto, alguns autores demonstraram que o aumento da frequência de estimulação (≥ 60 Hz) está diretamente relacionado com um aumento da fadiga muscular (Bickel et al., 2003; Gregory et al., 2005).

Durações de pulso de até 600 μ s demonstraram resultados significativos no aumento da produção de força se comparado com pulsos mais longos (Bickel et al., 2011). As limitações impostas pela duração do pulso podem ser significativas quando o objetivo da sessão de treino for maximizar a produção de força. No que diz respeito ao recrutamento espacial com intensidade constante, a EENM impõe uma atividade contrátil contínua para a mesma população de fibras musculares superficiais, favorecendo a fadiga muscular e acomodação do estímulo (Bickel et al., 2003, 2011). Contudo, a EENM com contrações dinâmicas altera a população de fibras superficiais ativadas por alterar o comprimento do músculo, já que ocorre uma variação da posição das fibras musculares em relação ao eletrodo (Maffiuletti et al., 2010). Vale ressaltar que em revisão sistemática realizada por Bax et al. (2005) a EENM não apresentou resultados significativamente superior a contração voluntária máxima. Contudo, a maioria dos estudos incluídos na revisão supracitada foram conduzidos por contrações

isométricas, não levando em conta o recrutamento espacial das fibras musculares. Além disso, a EENM tem se mostrado um recurso fisioterapêutico eficiente no aumento do recrutamento das fibras musculares oxidativas (Fibras Tipo I) e glicolíticas (Fibras Tipo II), bem como na melhora do metabolismo energético (Sillen et al., 2013).

Jubeau et al. (2007) observaram que após EENM a concentração sérica de hGH foi significativamente maior após 15 e 30 minutos do encerramento do treinamento, se comparado a contração voluntária. Esse mesmo grupo de pesquisa realizou um estudo com a EENM em duas sessões de treinamento, com intervalo de 2 horas. Os resultados demonstraram que o comportamento da curva do hGH foi diferente entre as duas sessões de treinamento, com picos em 15 e 30 min após a primeira e segunda sessão de EENM, respectivamente (Sartorio et al., 2008). Esses resultados confirmam que a EENM é capaz de estimular a produção aguda de hGH, onde o pico médio de hGH foi marcadamente maior no estudo de Jubeau et al. (2007), após 15 min de EENM (12 ng/ml), do que no estudo de Sartorio et al. (2008), após 30 min de EENM (4 ng/ml).

2.2. Oclusão do fluxo sanguíneo

A oclusão do fluxo sanguíneo (OFS) consiste na aplicação de uma pressão externa, por meio de um torniquete pneumático, sobre a porção proximal dos membros superiores ou inferiores, suficiente para impedir o fluxo arterial e venoso (Pope et al., 2013). Já Loenneke et al. (2016), propõem o termo restrição do fluxo sanguíneo (RFS), uma vez que a maioria dos estudos encontrados na literatura, realizaram oclusão parcial do fluxo sanguíneo, objetivando restringir o fluxo arterial e venoso e não ocluir totalmente. Investigações sobre este tema têm testado tipicamente exercícios resistidos, com intensidade relativamente baixa (20-30% de uma repetição máxima [1RM]), altas repetições por série (15-30 repetições), e os intervalos curtos de descanso entre as séries (30 segundos). Este método tem se mostrado eficiente no aumento

de força e hipertrofia muscular, apresentando resultados positivos com menos de três semanas de treinamento (Pope et al., 2013; Loenneke et al., 2013; Takarada et al., 2000a). Esta técnica apresenta baixo risco aos seus praticantes, uma vez que a oclusão vascular é mantida por um curto intervalo de tempo, como apresentado por Nakajima et al. (2006), que analisou uma população de 12.642 pessoas que receberam o treinamento.

Várias são as hipóteses que justificam os resultados decorrentes do treinamento muscular associado a restrição vascular.

O efeito o agudo do treinamento com RFS na expressão da miostatina foi investigado por Drummond et al. (2008). No estudo, foi observada uma redução de aproximadamente 40% na expressão da miostatina após o exercício de cadeira extensora com RFS, a 20% de 1RM. Em um estudo longitudinal, Roth et al. (2003) verificaram uma redução de 37% na expressão do gene após 9 semanas de treinamento resistido com alta intensidade. Laurentino et al. (2012) demonstraram uma diminuição na expressão da miostatina após 8 semanas de treinamento resistido com RFS, a 20% e 80% de 1RM, sem diferença entre ambos.

Os principais mecanismos de ação pelos quais o treinamento com RFS se torna eficiente são em decorrência do estresse metabólico gerado pela técnica, o que estimula um aumento dos fatores de crescimento hGH e IGF-1 (Kon et al., 2010), hipertrofia das fibras de contração rápida (Tipo II) e aumento da síntese proteica (Yasuda et al., 2005).

A hipertrofia muscular também pode ser explicada devido ao fato de que o treinamento com RFS promove o aumento agudo do hormônio do crescimento humano (hGH) no plasma sanguíneo (Takarada et al., 2000a; 2004). Goto et al. (2005) relataram correlação significativa entre a elevação aguda do hGH induzida pelo exercício e aumento da AST de quadríceps após um período de treinamento com RFS. Muitos dos efeitos do hGH são conhecidos por mediar e estimular a síntese e secreção do IGF-1. Abe et al. (2005) relataram um aumento da resposta do IGF-1 após baixa intensidade (20% de 1RM) de treinamento de resistência com RFS. Para

Takarada et al. (2000a), a RFS durante as contrações leva ao acúmulo de metabólitos, tais como o lactato plasmático e celular, além do aumento da concentração de íons de H^+ , o que resulta no aumento da liberação do hGH. A RFS reduz a entrega de oxigênio e de metabólitos intramusculares (Inagaki et al., 2011), levando a níveis exagerados de acidose metabólica (H^+) durante exercícios de resistência, estimulando a pituitária anterior produzir e secretar o hormônio de crescimento (Loenneke et al., 2012a). O aprisionamento de metabólitos por meio de um estímulo oclusivo cria um gradiente de pressão intracelular favorecendo a reperusão e subsequente expansão intracelular, promovendo uma resposta anabólica (Loenneke et al., 2012c).

Yasuda et al. (2005) relataram hipertrofia das fibras do tipo II, bem como o aumento da AST do músculo, após treinamento de baixa intensidade (20% de 1RM), combinada com a RFS. Este resultado sugere fortemente que as fibras do tipo II também são recrutadas durante o treinamento de baixa intensidade com isquemia. Na verdade, tem-se argumentado que a resposta hipertrófica pode ser simplesmente devido ao recrutamento destas unidades motoras (Meyer 2005).

Nesse contexto, estudos demonstraram um aumento no recrutamento de fibras do tipo II durante o exercício com restrição do fluxo sanguíneo (Yasuda et al., 2005; Takarada et al., 2000c). Isto ocorre devido ao acúmulo de metabólitos, que estimula fibras aferentes do tipo III e IV, o que pode causar a inibição do motoneurônio alfa que supre as fibras do tipo I. Isto resulta em um recrutamento compensatório de fibras do tipo II (Yasuda et al., 2009), as quais não dependem do oxigênio para a produção de força (Moritani et al., 1986).

O fenômeno do edema celular é um dos mecanismos propostos mais recentemente para as adaptações hipertróficas ao treinamento com RFS, podendo justificar o maior recrutamento das fibras do tipo II. Este mecanismo refere-se ao aumento na hidratação celular observado em resposta ao exercício (Schoenfeld, 2013). Embora o efeito do edema celular na síntese de

proteínas não seja completamente esclarecido, estudos mostraram que a via da Akt/mTOR é dependente da hidratação da célula muscular (Schliess et al., 2006). A ativação dessa via tem sido demonstrada como a principal cadeia de regulação da síntese proteica e, conseqüentemente, da hipertrofia muscular (Bodine et al., 2001). Frigeri et al. (1998) mostraram que a expressão da aquaporina é alta no sarcolema de fibras rápidas em mamíferos, o que facilita a entrada de fluídos dentro da célula.

O baixo estresse mecânico é uma vantagem deste método, pois preserva as estruturas articulares e produz pouca ou nenhuma, micro lesão nas fibras musculares (Loenneke et al., 2014). O treinamento com restrição do fluxo sanguíneo tem sido investigado em atletas (Scott et al., 2015), idosos (Yasuda et al., 2014) e pacientes em reabilitação pós-cirúrgica (Takarada et al., 2000c).

3. JUSTIFICATIVA

Os atletas de alto rendimento buscam a cada dia melhorar o seu desempenho, seja por meio do treinamento de força ou de habilidades funcionais. Um dos recursos fisioterapêuticos que pode ser incorporado a sua rotina de treinamento é a estimulação elétrica neuromuscular, que tem se mostrado eficiente no aumento do recrutamento das fibras musculares oxidativas e glicolíticas, bem como na melhora do metabolismo energético. As evidências anteriormente apresentadas, demonstram a eficácia da estimulação elétrica neuromuscular na melhora do ganho de força e hipertrofia muscular, bem como, na produção do hormônio de crescimento humano. Assim, alguns estudos têm demonstrado sua eficácia na melhora das capacidades de atletas de diferentes modalidades esportivas.

Neste mesmo sentido, pesquisas recentes demonstram que a realização de treinamento resistido de baixa carga (20 a 30 % de 1RM), durante a restrição do fluxo sanguíneo, resultam em estímulos suficientes para aumentar a produção do hormônio do crescimento humano, hipertrofia e força muscular. Portanto, ambas as técnicas de treinamento resistido, trabalham com cargas que variam de moderada a baixa. O baixo estresse mecânico da estimulação elétrica neuromuscular e da restrição do fluxo sanguíneo, preserva as estruturas articulares, produzindo pouca ou nenhuma micro lesão nas fibras musculares, resultando na melhora do desempenho físico de atletas, podendo ser incorporada como técnica de treinamento em clubes esportivos, com o objetivo de aumentar a performance de atletas de alto rendimento, onde pequenos ganhos podem gerar repercussões importantes no desempenho esportivo.

Junto a isso, até o presente momento, não é de nosso conhecimento, nenhum ensaio clínico que realizou a EENM durante a oclusão do fluxo sanguíneo, buscando a otimização destas duas técnicas por meio da associação das mesmas, objetivando o aumento da produção do hormônio do crescimento humano, hipertrofia e capacidades de força muscular, assim como, melhora do desempenho funcional de atletas de basquetebol.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo principal

Analisar o efeito do treinamento com a estimulação elétrica neuromuscular durante a oclusão do fluxo sanguíneo dos membros inferiores de atletas de basquete de alto rendimento, considerando as respostas musculares, hormonais e metabólicas.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar a espessura e área de secção transversa muscular;
- Avaliar o desempenho motor, considerando a agilidade, equilíbrio dinâmico e a força muscular;
- Analisar o efeito agudo e crônico dos treinamentos sobre os níveis séricos de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Aspectos éticos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Recursos Fisioterapêuticos (LARF) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LaBioCoM-EEFERP/USP), no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (HC/RP) e no centro de treinamento da equipe do Franca Basquete (Declaração de Anuência – Anexo II). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação com Seres Humanos do Hospital das Clínicas-FMRP/USP (Parecer n°: 1.117.574).

Os atletas foram devidamente esclarecidos a respeito do projeto de pesquisa, seus objetivos e características, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, o qual deixou claro que a qualquer momento poderiam desistir do estudo, sem nenhum prejuízo ao desenvolvimento da pesquisa. O projeto esteve disponível no local da pesquisa, para leitura e consulta dos atletas, onde os pesquisadores apresentaram aos mesmos, bem como os esclareceram caso necessário.

5.2. Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa, se trata de um ensaio clínico randomizado cego, registrado no ClinicalTrials.gov (NCT02406339), contemplando todas as orientações estabelecidas pelo enunciado CONSORT - Consolidated Standarts of Reporting Trials (Schulz et al., 2010).

5.3. Randomização e cegamento

A randomização e alocação aleatória dos voluntários foi realizada pelo coordenador do estudo (R.R.J.G.), que não participou das etapas de treinamento, avaliações e coletas de dados. A randomização foi realizada no início de cada temporada, sendo dividida em quatro blocos:

Bloco 1) Equipe Profissional – Temporada 2014 / 2015;

Bloco 2) Equipes Sub-22 e Sub-19 – Temporada 2014 / 2015;

Bloco 3) Equipe Profissional – Temporada 2015 / 2016;

Bloco 4) Equipes Sub-22 e Sub-19 – Temporada 2015/ 2016

Os atletas foram divididos entre os grupos: Controle (GC), Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) e Estimulação Elétrica Neuromuscular + Oclusão do Fluxo Sanguíneo (EENM+OFS), de forma homogênea entre as equipes, para cada bloco de aleatorização e alocação. Para isso, foi gerada uma tabela numérica no software Excel para a criação de números aleatórios, que foram colocados em envelopes de papel opaco e lacrados, abertos somente na presença do voluntário. A tabela foi gerada ao início de cada pré-temporada, de acordo com o número de atletas disponíveis naquele momento para a participação na pesquisa, o que possibilitou a alocação equilibrada dos atletas das diferentes categorias nos diferentes grupos.

Os treinamentos foram realizados por dois pesquisadores (F.A.S. e V.A.V.O.), bem como todas as avaliações foram realizadas por um terceiro pesquisadores (N.T.A.S.). Todos os envolvidos realizaram treinamento, para a realização das suas funções, previamente ao início do projeto. A análise e processamento dos dados foi realizado de forma cega pelo terceiro pesquisador.

5.4. Cálculo do tamanho amostral

O estudo foi desenhado para detectar uma diferença da área de secção transversal do quadríceps entre os grupos, após os treinamentos. O processamento do cálculo amostral foi realizado por meio do software Ene[®], versão 3.0 (Barcelona - Espanha), com base no estudo de Gondin et al. (2005), considerando-se a diferença entre os grupos de 2,7 cm², desvio padrão de 1,9 cm², poder de teste de 80%, um alfa de 0,05 e perda amostral de 20%. Deste modo, foi determinado o um mínimo de 15 atletas para cada grupo.

5.5. Critérios de inclusão

Foram selecionados 45 atletas do sexo masculino, que faziam parte da equipe do Franca Basquete, durante as temporadas 2014/2015 e 2015/2016 que participaram das ligas estadual e nacional, respeitando os seguintes critérios de inclusão:

- Faixa etária entre 16 e 35 anos;
- Porcentagem de gordura corporal entre 3 e 15%;
- Apresentar aptidão física e cardiorrespiratória, atestada pelo médico responsável pela equipe, para a realização das avaliações e do treinamento físico;
- Não apresentar: doença pregressa de ordem circulatória, nervosa, metabólica, reumáticas ou ortopédicas; ou lesões musculares ou articulares nos membros inferiores nos últimos três meses; indivíduos que apresentem queixa de fadiga muscular no momento dos testes; atletas que necessitem do uso de estabilizadores para realizar os testes;
- Não apresentar instabilidade do tornozelo, avaliado pelo questionário FAOS - Foot and Ankle Outcome Score [Anexo I] (Rodrigues et al., 2008).

5.6. Instrumentação

Todos os instrumentos utilizados foram devidamente aferidos previamente às coletas conforme especificado pelo manual dos fabricantes.

5.7. Exame físico

Foram coletados pelo avaliador os seguintes dados: dados pessoais, massa (kg), altura (m), IMC (Kg/m^2), doenças pregressas, uso de medicamentos, se foi submetido a cirurgias ou tratamento fisioterapêutico.

Além destes dados, foi realizada a análise da composição corporal dos atletas por bioimpedância, para a quantificação da porcentagem de gordura corporal, índice de massa

magra, índice de massa gorda e massa muscular esquelética. A impedância foi avaliada por meio do instrumento de bioimpedância InBodyS10 da marca BioSpace (Gangnam-gu, Seul, Coreia do Sul), tetrapolar, com oito eletrodos a 1000 kHz de frequência e tempo de medição de 60 segundos. Para tal, previamente ao exame, os voluntários foram orientados a não realizarem atividades esportivas, ingerirem bebidas alcoólicas, ou que contenham cafeína, bem como, qualquer substância termogênica ou diurética que possa interferir na composição corporal. Imediatamente antes da realização do exame, os atletas repousaram em decúbito dorsal por 10 minutos em sala climatizada a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Foram acoplados oito eletrodos, bilateralmente, sendo dois na região infra maleolar, um no dedo médio e um no polegar.

5.8. Cronograma de treinamento e avaliações

Os treinamentos foram realizados durante cada período preparatório das equipes profissional, sub-22 e sub-19 do Clube Sesi Franca Basquete (Tabela 1). As avaliações ocorreram no início da fase básica e no final da fase específica.

Estudo recente realizado por Scott et al. (2012), demonstrou excelente confiabilidade e validade entre a ressonância nuclear magnética (padrão ouro em diagnóstico por imagem) e o ultrassom diagnóstico (ICC 0,94 – 0,98), no que diz respeito a análise da área de secção transversal (AST) do músculo quadríceps femoral. Deste modo, para o presente estudo optamos por utilizar o ultrassom diagnóstico, devido a sua praticidade e viabilidade financeira.

Para a análise da AST dos músculos dos músculos do quadríceps, foram realizadas as aquisições das imagens de ultrassom utilizado o equipamento MyLab70 Xvision (Esaote Healthcare®, Genova, Italy), com um transdutor linear de 80 mm, na frequência de 12 MHz. Os exames foram realizados por um profissional experiente, no setor de radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP

Tabela 1. Periodização dos Treinamentos

		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
1ª Semana	Manha	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS
	Tarde	CORE RF - Corrida	CM – Escada PA – Corrida	CORE RF - Corrida	CM – Escada PA – Corrida	CORE RF - Corrida
2ª Semana	Manha	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS
	Tarde	CM – Escada PA - Corrida	RF – Saltos	CM – Escada PA - Corrida	RF – Saltos	CM – Escada PA - Corrida
3ª Semana	Manha	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS
	Tarde	RF - Saltos	Te + TT	RF - Saltos	Te + TT	RF - Saltos
4ª Semana	Manha	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS	Te + ER	Te + ER EENM ou EENM+OFS
	Tarde	Te + TT	RF – Saltos	Te + TT	RF – Saltos	Te + TT

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **Te** – Treino técnico; **TT** – Treino tático; **ER** – Exercícios resistidos; **CORE** – Treino de estabilizadores da coluna vertebral; **CM** -Coordenação motora; **RF** - Resistência de força; **PA** - Potência aeróbia.

5.9. Avaliação da espessura e área de secção transversa muscular

Os voluntários vestiram trajes de banho para realização do exame. As medições foram realizadas após o atleta descansar em decúbito dorsal sobre uma maca, por um período de 20 min, para permitir o deslocamento e estabilização dos fluidos (Berg et al., 1993), em sala climatizada a $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Os atletas foram orientados a não praticarem nenhuma atividade físicas por um período de 24 horas que antecede a realização do exame. Uma pressão mínima foi aplicada com o transdutor sobre a pele, para evitar a contração do músculo, auxiliada pela aplicação de um gel de acoplamento para melhorar a transmissão acústica.

O transdutor foi posicionado na região da base da patela e deslizado até o ponto em que o músculo reto femoral estivesse visíveis no monitor e a fáscia central do músculo estivesse bem centralizada (Tabela 2). Este ponto foi “congelado” e a imagem salva para posterior análise. Foi medida a distância da base da patela até o ponto onde está o transdutor, e então foi anotado este comprimento para reprodução fidedigna nas reavaliações. Foi solicitado também

que o voluntário realize uma contração isométrica máxima e a imagem do músculo contraído foi salva. Este procedimento foi repetido em ambas as coxas, durante a reavaliação.

Tabela 2. Média (Desvio padrão) em centímetro, da posição do transdutor durante a avaliação morfométrica.

	Controle	EENM	EENM+OFS
Coxa direita	15,25 (2,19)	14,71 (1,98)	15,23 (1,54)
Coxa Esquerda	14,57 (1,79)	14,79 (2,08)	15,45 (1,86)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; OFS – Oclusão do fluxo sanguíneo.

As imagens foram analisadas utilizando software Image-J disponível publicamente (Image-J, v. 1.42, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA), amplamente utilizado para este fim (Ahtiainen et al, 2010; Blazeovich et al., 2009; Delaney et al., 2010; Lima et al., 2012). Foram selecionadas a área de secção transversa e a espessura do reto femoral, a espessura do vasto intermédio e do quadríceps, então realizadas análises as imagens do músculo relaxado e contraído. Foi calculada também a ativação do músculo com base no quociente da divisão entre essas duas análises.

5.10. Avaliação do desempenho muscular

A avaliação quantitativa do desempenho muscular foi executada por meio do dinamômetro isocinético Biodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems®, Nova Iorque, EUA) com o objetivo de avaliar a função muscular (força, potência, trabalho, resistência e a relação agonista/antagonista) dos músculos quadríceps femoral e isquiotibiais. Antes da avaliação os voluntários realizaram um aquecimento em bicicleta ergométrica por 5 minutos, com carga de 60 Watts de potência e velocidade constante de 15 Km/h em sala climatizada a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Os atletas foram posicionados na cadeira do dinamômetro e estabilizados por meio de cintos que fixam o tronco, pelve e terço distal da coxa em sala climatizada a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. A angulação do

encosto da cadeira foi de 80° e o eixo mecânico de rotação do dinamômetro foi alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur, sendo a plataforma de resistência fixada 5 cm acima do maléolo lateral do tornozelo.

Para evitar movimentos compensatórios, os atletas foram instruídos a segurar as cintas que fixam o tronco do voluntário. Antes de cada avaliação, os atletas realizaram duas contrações isocinéticas submáximas a 60 e 270°/s para a familiarização com os procedimentos. Em seguida, o atleta realizou 5 contrações isocinéticas máximas concêntricas a uma velocidade angular de 60°/s. Após 90 segundos de repouso o atleta realizou mais 15 contrações isocinéticas máximas concêntricas na velocidade angular de 270°/s, ambas com amplitude de movimento total de 90°. A amplitude de extensão completa foi limitada para evitar o efeito de insuficiência passiva dos isquiotibiais. Para corrigir a influência da gravidade sobre os dados de torque gerados, o membro foi pesado antes de cada teste, de acordo com as instruções do manual do dinamômetro e, assim, os resultados do teste foram corrigidos automaticamente pelo software de aquisição de dados. Todos os testes foram realizados com estímulo verbal, a fim de motivar o esforço máximo dos atletas durante a realização dos testes. Os resultados foram processados com base nos valores médios obtidos ao final de cada teste. Todos os dados foram processados e analisados no software Biodex Advantage (Biodex Medical Systems®, Nova Iorque, EUA).

5.11. Avaliações de salto

Os testes de potência de salto são compostos pelos testes de salto vertical e horizontal, todos realizados em sala climatizada a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, como descritos a seguir:

Salto vertical

Todos os atletas executaram três tentativas em todas as modalidades de salto vertical contra movimento sobre plataforma de força, respeitando-se um intervalo de 60 segundos entre

os mesmos. Os atletas executaram o salto vertical, em sala climatizada a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, com o auxílio dos braços, partindo da posição ortostática, com apoio uni podal do membro dominante, apoio uni podal do membro não dominante e apoio bi podal. Os participantes foram encorajados a alcançar o máximo de altura em cada tentativa para maximizar a potência de saída e tocar a plataforma com o joelho em extensão total.

A avaliação do salto vertical foi realizada com o auxílio de uma plataforma de força da marca Bertec, modelo 4060-15 (MIE Medical Research Ltd[®] - Bertec), com dimensões 600 x 400 mm, frequência de aquisição de F_z - 750 Hz; F_x - 570 Hz; F_y - 550 Hz, fornecendo as medidas dos componentes de forças ortogonais nos eixos X, Y e Z, de até 1000 kgf, com erro de 0,2%. Foram utilizados os programas Nexus[®] (Vicon) e MatLab[®], para a coleta e análise dos dados, respectivamente, com tempo de aquisição do sinal de 30 segundos. Foram analisadas a velocidade e aceleração do salto, impulso e o tempo de impulso, tempo de voo, altura e potência do salto. Para análises das variáveis, foi realizado um corte para a mensuração do tempo de impulso do salto e outro corte para mensuração do tempo de voo. A partir destas variáveis, foram calculadas as seguintes variáveis:

- Velocidade de saída do solo (m/s) = tempo de impulso $\div$ massa
- Aceleração de saída do solo (m/s^2) = velocidade de saída do solo $\div$ tempo de impulso
- Altura do salto (m) = (velocidade de saída do solo)² $\div$ (2 x 9,785)
- Potência do salto (w) = massa corporal x (velocidade de saída do solo)² $\div$ (2 x tempo de impulso)

Salto horizontal

- **Broad jump** – Os atletas foram instruídos a começar com os dedos de ambos os pés sobre uma linha e usar os braços oscilando para saltar para a frente, o máximo possível.
- **Single hop** – Os atletas foram instruídos a iniciar um único salto, partindo da posição

semi agachada uni podal, oscilando os braços para frente, ao mesmo tempo que se estende no quadril e no joelho, e pulando para a frente, aterrissando com segurança com o mesmo membro.

- **Triple hop** – Seguindo as mesmas orientações do Single Hot teste, os atletas realizaram três saltos consecutivos.
- **Crossover hop** – Seguindo as mesmas orientações do Single Hot teste, os atletas realizaram três saltos consecutivos cruzando uma linha media em cada salto.

Durante a realização das três repetições para cada teste, os participantes foram instruídos a ficar em uma extremidade inferior e posicionar os dedos sobre uma marca no chão. A distância (m) foi medida a partir da ponta do pé na posição de partida até o calcanhar, onde o atleta caiu. O teste foi considerado bem-sucedido se o participante pousou em um pé e manteve-se a posição de aterrissagem sem perder o equilíbrio por pelo menos 2 segundos. A confiabilidade dos testes de salto tem sido relatada ter excelente coeficiente de correlação intraclasse variando entre 0,92-0,96 (Bandy et al., 1994. Bolgla e Keskula 1997).

5.12. Avaliações do desempenho motor

Os testes de desempenho motor são compostos pelos testes de agilidade em quadra e equilíbrio, realizados em sala climatizada a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, como descritos a seguir:

- **Illinois agility test** - É um teste de agilidade onde o atleta realizou sprints de 9,20 m e retorna diagonalmente à linha de partida. Depois de voltar à linha de partida, ele se desloca por dentro e fora de quatro marcadores com distancias entre si de 3,1 m, completando o percurso com dois sprints de 9,20 m, como esquematizado na Figura 1.

A performance no teste foi gravada utilizando uma câmera GoPro Hero 3 Silver®, com resolução de 720 pixels (1280x720) e 120 frames por segundo (fps). Para a cronometragem do

tempo de execução da tarefa foi utilizado o software Kinovea, versão 8.15. O melhor desempenho dentre três tentativas foi selecionado para análises estatísticas. Estudos recentes têm demonstrados ótimos resultados na confiabilidade ($ICC = 0.89$) da execução deste teste de agilidade (Hachana et al., 2013; Stewart et al., 2012).

Fonte: Hachana et al., (2013)

Figura 1. Demonstração da trajetória a ser realizada durante o *Illinois Agility Test*.

- **Star excursion balance test (SEBT)** - Os atletas receberam instrução verbal e demonstração visual do SEBT. Os indivíduos ficavam em posição ortostática uni podal, com o pé no centro de uma marcação em formato de Y. Os indivíduos então realizaram o deslocamento do seu membro contralateral na direção anterior, pósteromedial e pósterolateral, mantendo a sua posição uni podal (Figura 2). Seis ensaios foram realizados em cada um dos membros, em cada uma das três direções antes do teste oficial. No sétimo ensaio, o examinador registrou visualmente a localização mais distal do alcance do pé no contatado com a régua

nas três direções. O ensaio foi rejeitado e o atleta repetiu o teste, se o sujeito não foi capaz de manter a postura uni podal, se o calcanhar do pé de apoio não estiver em contato com o solo, se o peso for deslocado para o pé de alcance em qualquer das três direções, ou se o pé de alcance não voltar à posição de partida antes de se atingir outra direção. O processo então foi repetido no outro membro inferior e a ordem dos testes foi randomizada por sorteio pelo avaliador. Os membros do atleta foram medidos, a partir da espinha ilíaca anterior superior até o maléolo lateral homolateral, e então a pontuação do SEBT foi calculada dividindo a soma das distâncias de alcance máximo no anterior (A), pósterio medial (PM), e pósterio lateral (PL), dividida por 3 vezes o comprimento dos membros (CM) do indivíduo e multiplicado por 100 ($SEBT = [(A + PM + PL) / (CM \times 3)] \times 100$). Esse teste tem demonstrado boa confiabilidade intra teste, com um coeficiente de correlação intra classe (ICC) de 0,89-0,96 (Filipa et al., 2010).

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2. Demonstração da execução do *Star Excursion Balance Test*

5.13. Mensuração da concentração de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3

As coletas de sangue foram realizadas no primeiro e último dia de treinamento, imediatamente antes e 30 minutos após o treinamento. Os treinamentos foram realizados no período da manhã (7-12h), para reduzir os efeitos da variação diurna do hGH e força muscular, sendo que cada voluntário realizou o seu treinamento no mesmo horário todos os dias. A coleta de sangue venoso foi realizada via punção, com acesso a veia cubital mediana pela face anterior do antebraço. A coleta foi realizada em uma sala localizada no próprio centro de treinamento dos atletas. Antes do acesso, a região da coleta foi devidamente higienizada com etanol a 70%. Foram coletados 5 mL de sangue de cada atleta em tubos sem adição de anticoagulante para aquisição do soro, que foram armazenadas entre 0 e 4°C. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 1200 rpm por 12 minutos para separação do plasma e do soro. Uma vez completada essa etapa, o soro foi retirado do tubo de coleta e armazenados em tubos de 1,5 mL para posterior congelamento a -80°C para as dosagens descritas a seguir. O conteúdo restante dos tubos de coleta foi descartado em lixo biológico (resíduo classe A) por serviço prestado ao Hospital das Clínicas da FMRP/USP.

A determinação das concentrações séricas da CK (creatina quinase) foi realizada utilizando o kit Bioliqid® (Pinhais, Brasil) por espectrofotometria a 340 nm e 27°C, utilizando-se um espectrofotômetro Ultrospec 3100 Pro (Amersham Pharmacia Biotech®, Piscataway, EUA). A Mensuração do hGH (*human growth hormone*), IGF-1 (*insulin-like growth factor 1*) e IGFBP-3 (*insulin-like growth factor binding protein-3*) foram realizadas por imunoensaio de quimioluminiscência, utilizando-se kits comerciais LIAISON® hGH e IGF-1 (DiaSorin S.p.A., Saluggia, Vercelli, Italy), bem como, IGFBP-3 (Siemens Healthcare Diagnostics S.A., Joinville, SC), com sensibilidade analítica, definida como a dose mínima detectável, que pode ser distinguida do ponto zero, ou seja, dois desvios padrão acima do zero. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Imunoensaio e de Pediatria do HC-FMRP/USP.

5.14. Estimulação elétrica neuromuscular

O equipamento de estimulação elétrica utilizado no estudo é o gerador de corrente Dualpex 961 (QUARK®, Piracicaba, Brasil) que teve a amplitude da corrente duplicada pelo fabricante para a realização deste estudo. O músculo quadríceps femoral foi estimulado por uma corrente pulsada, quadrática, bifásica simétrica, com frequência de 50 Hz, duração de fase de 400 μ s, T_{on}/T_{off} – 2 segundos, subida e descida – 2 segundos, com intensidade máxima tolerada pelo atleta. Sendo assim, os parâmetros definidos para a utilização no estudo, foram configurados com base em um estudo piloto, de modo que a estimulação elétrica neuromuscular possa realizar o movimento de extensão do joelho de forma semelhante ao movimento voluntário, na mesma amplitude de movimento (90 - 0°) e velocidade. A corrente foi aplicada por dois canais, em quatro eletrodos de silicone/carbono novos (8,0 x 5,0 cm). Os eletrodos eram higienizados com água e sabão neutro previamente a cada sessão de treinamento. Em seguida, foram untados com gel eletro condutor e posicionados sob o ponto motor dos músculos vasto lateral, reto femoral e vasto medial oblíquo, bem como, sobre o nervo femoral, na região inguinal, em ambos os membros inferiores, e então fixados com fita crepe e faixas elásticas (Botter et al., 2011; Gobbo et al., 2014).

5.15. Oclusão do fluxo sanguíneo

A oclusão do fluxo sanguíneo (OFS) foi realizada durante o treinamento nos atletas randomizados para o grupo EENM+OFS. A oclusão foi realizada por meio de um manguito de pressão (18 x 90 cm), posicionado na região proximal da coxa, logo abaixo da linha glútea com o indivíduo em posição ortostática, conforme postulado por Loenneke et al. (2012b) ao relatar que manguitos mais largos, restringem o fluxo de sangue arterial, a uma pressão mais baixa, com menor desconforto.

A pressão de oclusão foi controlada por um Ultrassom Doppler Versalab SE (Nicolet

Vascular[®], Madison, USA), o qual foi utilizado para identificar a pressão adequada para promover a ausência do fluxo sanguíneo na artéria dos membros inferiores. Para a execução do exame utilizou-se a artéria tibial localizada na região posterior do maléolo medial do tornozelo. Para tal o indivíduo foi posicionado sentado em uma cadeira, com o membro inferior pendente, sem apoio. A aferição foi realizada bilateralmente em todos os atletas randomizados para o grupo EENM+OFS. O exame foi realizado durante a insuflação do manguito de pressão, com o objetivo de garantir a oclusão total do fluxo sanguíneo. Deste modo, após a identificação da ausência de fluxo sanguíneo na artéria tibial, foi então determinada a pressão necessária da oclusão do membro. Após a oclusão, o indivíduo permaneceu na posição sentado em uma cadeira extensora, com o membro inferior pendente, sem apoio, onde realizou o treinamento. O fluxo sanguíneo de ambas as pernas foi liberado no intervalo entre as séries.

O sinal ultrassônico foi aplicado com onda contínua e análise espectral, devidamente calibrado. Utilizando-se um transdutor de 8 MHz, ganho nível 5, escala de -3 a +6 KHz, com o transdutor acoplado à pele com gel hidrossolúvel estéril com inclinação de 45° em relação ao vaso sanguíneo avaliado, contra o seu fluxo (Bonnin e Fressonnet 2005).

5.16. Protocolos de treinamento

Os atletas randomizados para o grupo EENM e o grupo EENM+OFS foram submetidos a 12 sessões de treinamento, durante quatro semanas consecutivas, com uma periodicidade de 3 dias por semana (segunda, quarta e sexta-feira). As sessões ocorreram de forma individual, em sala com iluminação e climatização adequada, o treinamento foi realizado em uma cadeira extensora. Anteriormente ao início dos treinamentos, foi realizado o teste de 1RM para determinar quantidade máxima de carga durante a realização de um movimento de flexão / extensão do joelho com 90° de amplitude angular (90 – 0°). Para isso, foi arbitrado uma carga igual ao peso corporal do indivíduo, e então foi solicitado a realização do movimento. Caso o

atleta não fosse capaz de suportar tal carga durante a realização de movimento com 90° de amplitude angular, a carga era diminuída gradativamente até a realização do movimento completo. Após o teste, calculou-se a carga ideal de treinamento, por meio da razão entre a carga máxima e a porcentagem de carga desejada (20 a 30% de 1RM). Os atletas foram orientados a não realizar contrações voluntárias e a estimulação elétrica neuromuscular foi realizada com objetivo de promover uma contração concêntrica do músculo quadríceps, sob uma resistência de carga, realizando o movimento de extensão do joelho até a fadiga muscular. No momento em que o pesquisador observava que o músculo não era capaz de gerar contração suficiente para realizar o movimento completo, foi encerrada a série do treinamento. Então foi respeitado um intervalo de 90 segundos para recuperação parcial, que em seguida executou novamente mais duas séries de treinamento respeitando o mesmo intervalo (ACSM 2009). O mesmo protocolo de treinamento foi realizado para o grupo EENM+OFS, no entanto, foi realizada a OFS durante o treinamento com a EENM.

5.17. Escala numérica de dor (END)

A escala numérica de avaliação da dor (END) consiste em uma sequência de números, de 0 a 10, no qual o valor 0 representa “sem dor” e o numeral 10 representa “pior dor que se pode imaginar”, desta forma, os atletas graduam a sua dor (ICC – 0,96) tendo como base esses parâmetros (Ferreira-Valente et al., 2011). O grau de dor foi avaliado durante todos os dias de treinamento a cada série de exercício. Assim a END indicou o grau de dor durante as sessões de treinamento.

5.18. Quantificação do treinamento

Para a quantificação do treinamento, foi utilizada a percepção subjetiva de esforço (PSE) e o impulso de treinamento (TRIMP). O método da PSE da sessão foi proposto por Foster et al. (1996; 2001), com intuito de quantificar a carga de treinamento de forma simplificada. Após o

término de cada sessão de treinamento, o atleta respondeu a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?”. A resposta ao questionamento é fornecida a partir da escala CR10 apresentada na Figura 3.

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Figura 3. Escala da percepção de esforço de Borg (1982), modificada por Foster et al. (1996).

A utilização da escala CR10 requer que o avaliador instrua o atleta a escolher um número de 0 a 10, que também pode ser fornecido em decimais com base na sua percepção ao esforço ao término da sessão (Borg 1982; Fanchini et al., 2015; Pedro et al., 2014). O valor máximo (10) deve ser referido ao maior esforço físico realizado e o valor mínimo é a condição de repouso absoluto (0). Estudo de Day et al. (2004) demonstrou elevada confiabilidade do método de PSE após sessão de treinamento (ICC 0,88). O volume de carga foi calculado por meio da multiplicação entre as variáveis dos exercícios (repetições x séries x sessões x peso). Já o método do impulso de treinamento (TRIMP) buscou quantificar o esforço físico dos atletas por meio da quantificação do treino e uma unidade de “dose” (Unidade Arbitrária). Para isso, multiplicou-se o valor da PSE após cada sessão de treinamento, pelo número de séries executadas, o número de repetições realizadas e peso levantado pelo atleta (Egan et al., 2006; McGuigan et al., 2004a; 2004b).

5.19. Análise estatística

A análise estatística foi conduzida com base na análise de intenção de tratar, sendo empregada em dez voluntários (quatro do grupo controle, três do grupo EENM e três do grupo EENM+OFS), conforme mostra a Figura 4. Dessa forma, os voluntários foram analisados nos grupos em que foram aleatoriamente alocados. Histogramas do resíduo do modelo e teste de Shapiro-Wilk foram empregados para verificar a distribuição dos dados. As variáveis que não apresentara distribuição normal, foram convertidas para a escala logarítmica, sendo aplicado novamente o teste de normalidade. Após este ajuste, todas as variáveis apresentaram distribuição normal. Contudo, as variáveis que tiveram que ser convertidas para a escala logarítmica, foram apresentadas com valores originais.

Assim, foi aplicado o modelo linear misto para comparação entre grupos (GC, EENM e EENM+OFS), seguida do *post-hoc* de Bonferroni, para interação intragrupo (fator tempo e grupo). Os dados foram apresentados em média e desvio padrão, bem como, média e intervalo de confiança de 95%. Para a realização das análises, considerou-se um nível de significância de 5% e o processamento dos dados foi realizado por meio do software SPSS, versão 17.0 (Chicago, IL, EUA).

6. RESULTADOS

6.1. Caracterização da amostra

Um total de cinquenta e quatro voluntários foram recrutados para este estudo, sendo que cinco deles, por motivos diversos, foram excluídos, conforme demonstrado na figura 4. Foram incluídos no estudo quarenta e nove atletas, os quais foram randomizados entre três grupos distintos. A aderência às doze sessões de treinamento foi alta, sendo que um atleta de cada grupo não compareceu ao 4º dia de treinamento, em decorrência de compromissos profissionais.

Figura 4. Fluxograma do delineamento do estudo.

EENM – Estimulação Elétrica Neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo.

Os resultados do questionário de instabilidade dos membros inferiores (tornozelo e pé) estão descritos na tabela 3. Destaca-se que, na média a maior parte dos voluntários apresentaram resultados maiores de 80% em todos os quesitos analisados, apresentando baixa instabilidade articular, apesar de já terem algum episódio de entorse de tornozelo durante sua vida esportiva.

Tabela 3. Média (Desvio padrão) dos domínios e score total, do questionário FAOS.

	Controle	EENM	EENM+OFS
Atividades de vida diária*	96,70 (7,80)	88,92 (13,90)	94,93 (7,59)
Dor*	88,70 (11,70)	81,57 (14,30)	88,37 (10,61)
Qualidade de vida*	86,11 (18,24)	84,92 (18,15)	91,93 (11,47)
Outros sintomas*	89,00 (15,99)	84,42 (14,76)	90,81 (11,05)
Esportes e recreações funcionais	86,17 (19,56)	75,00 (23,77)	79,06 (20,59)
Score total	89,41 (13,56)	82,85 (15,25)	88,87 (11,28)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo. * Relacionado ao tornozelo e pé.

As características antropométricas e composição corporal dos voluntários da presente pesquisa estão descritas na tabela 4. Nota-se que grande parte dos atletas são jovens que apresentam baixa porcentagem de gordura corporal e grande proporção de massas magra e muscular. Essas variáveis não diferiram ao longo do treinamento e nem entre os grupos.

Tabela 4. Média (Desvio padrão) das variáveis antropométricas e composição corporal.

	Controle		EENM		EENM+OFS	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Idade (anos)	21,58 (4,04)		21,18 (6,74)		19,06 (3,17)	
Altura (cm)	194,41 (11,06)		193,93 (9,26)		194,18 (7,49)	
Massa (Kg)	92,89 (16,70)	92,92 (16,71)	91,23 (15,72)	91,17 (15,39)	86,55 (14,45)	87,01 (14,55)
IMC (Kg/m²)	24,37 (2,09)	24,38 (2,09)	24,13 (2,84)	24,13 (2,76)	22,82 (2,56)	22,70 (2,54)
Massa magra (Kg)	84,41 (15,10)	84,73 (14,90)	82,32 (14,52)	81,91 (14,10)	79,46 (12,32)	79,44 (12,65)
Massa muscular (Kg)	48,54 (8,66)	48,69 (8,52)	47,41 (8,69)	47,09 (8,34)	45,96 (7,73)	45,65 (7,59)
Massa gorda (Kg)	8,26 (2,55)	7,94 (2,66)	8,91 (4,62)	9,25 (4,37)	7,08 (3,88)	7,57 (4,07)
% Gordura corporal	9,07 (2,15)	8,71 (2,24)	9,66 (4,35)	10,06 (4,13)	8,00 (3,58)	8,55 (3,88)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **IMC** – Índice de massa corporal.

6.2. Quantificação do treinamento

Foi utilizado, no treinamento, o teste de 1RM para quantificação de cargas, podendo-se observar ao término dos treinamentos que os atletas apresentaram maior capacidade de força, nos grupos treinados, em comparação com a avaliação inicial, demonstrando assim, que os treinamentos foram efetivos nesse aspecto. Contudo, essa diferença não foi evidenciada na comparação entre grupos (Tabela 5).

Tabela 5. Média (Desvio padrão) e diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das cargas de treinamento.

	EENM		EENM+OFS		Diferença entre grupos
	Pré	Pós	Pré	Pós	
Teste de 1RM (Kg)	72,00 (14,37)	83,57 (21,54) *	79,00 (4,59)	86,42 (6,90) *	3,75 (-8,26; 15,78)
Carga de treino (kg)	26,00 (9,94)	26,42 (8,52)	22,50 (6,77)	25,00 (7,63)	-1,48 (-5,48; 2,52)
Carga de treino (%)	35,44 (9,72)	32,14 (7,80)	28,35 (7,95)	28,78 (7,70)	-3,08 (-9,31; 3,14)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **1RM** – Uma Repetição máxima.

* Vs. pré no mesmo grupo ($p < 0,05$).

Foram coletados, durante os treinamentos, dados de intensidade da estimulação elétrica neuromuscular (EENM), dor, percepção de esforço (Escala de Borg), volume e impulso do treinamento (TRIMP). Notou-se, na avaliação diária, que nenhuma das variáveis diferiram-se, exceto na intensidade da EENM e na percepção de esforço no 5º dia de treinamento em ambos os grupos (Tabela 6). Ao término dos treinamentos, conclui-se que a intensidade média da corrente, o volume de carga e o TRIMP foram maiores no grupo EENM quando comparado ao grupo EENM+OFS (Tabela 7).

Tabela 6. Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante cada dia de treinamento.

		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Intensidade da EENM (mA)	EENM	67,20 (17,54)	51,00 (10,51)	55,00 (5,77)	54,35 (8,49)	36,65* (32,25)	58,75 (18,69)	65,89 (21,83)	74,35 (19,17)	64,84 (22,22)	72,10 (20,54)	66,81 (22,30)	57,57 (19,20)
	EENM +OFS	50,25 (20,21)	70,50 (9,57)	65,50 (11,91)	55,85 (11,99)	30,84* (26,27)	47,40 (11,55)	63,24 (24,52)	66,76 (16,31)	59,87 (19,37)	59,42 (19,33)	62,78 (23,07)	43,33 (12,86)
END	EENM	7,99 (1,17)	8,23 (1,52)	8,26 (0,88)	8,15 (1,92)	7,95 (2,05)	7,92 (1,76)	7,94 (1,92)	7,82 (1,66)	7,72 (2,07)	8,62 (1,37)	7,43 (1,80)	7,12 (2,50)
	EENM +OFS	9,37# (0,46)	8,87 (1,31)	8,71 (1,04)	9,00 (1,12)	8,84 (1,00)	7,53 (2,67)	8,42 (1,10)	8,84 (1,09)	8,64 (0,84)	8,38 (1,07)	8,58 (0,98)	9,21 (0,74)
Escala de Borg	EENM	9,51 (0,64)	9,71 (0,36)	9,62 (0,44)	9,21 (0,97)	7,00* (4,25)	9,05 (0,79)	9,12 (0,97)	8,99 (0,87)	8,96 (1,17)	8,75 (1,66)	8,77 (1,30)	8,65 (1,84)
	EENM +OFS	9,58 (0,46)	9,33 (0,77)	9,20 (1,00)	9,05 (1,23)	6,18*# (4,60)	8,75 (1,26)	8,87 (1,06)	8,98 (1,24)	9,12 (0,88)	8,69 (1,26)	9,11 (1,08)	9,50 (0,68)
Volume de carga (ua)	EENM	14635 (6325)	11500 (6840)	10405 (6173)	10257 (5485)	10782 (6100)	11120 (5675)	12140 (6548)	10342 (5523)	11380 (6018)	9302 (5690)	9902 (6558)	9740 (6095)
	EENM +OFS	10549 (2779)	6686 (3113)	5726 (2673)	6217 (2459)	6992 (2816)	6377 (2699)	7096 (3612)	5776 (2971)	7000 (3021)	4699 (2271)	4800 (2965)	4985 (2466)
TRIMP (ua)	EENM	130929 (100801)	101919 (55109)	90865 (42119)	88787 (46860)	96728 (57607)	98087 (47826)	107405 (51821)	90238 (43856)	98142 (50797)	79622 (38209)	86277 (33975)	86336 (42475)
	EENM +OFS	60391 (27508)	63854 (28918)	57263 (26298)	48923 (21500)	56164 (28077)	50966 (28272)	59985 (37484)	50427 (30060)	55197 (30668)	50654 (23362)	59194 (30139)	55516 (25196)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **END** – Escala numérica de dor; **TRIMP** – Impulso do treinamento.

* Vs. todos os demais dias de treinamento, no mesmo grupo; # Vs. EENM no mesmo dia ($p < 0,05$).

Tabela 7. Média (Desvio padrão) e diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das variáveis analisadas após o treinamento.

	Média total		Diferença entre grupos
	EENM	EENM+OFS	
Intensidade da EENM (mA)	62,59 (24,36)	56,50 (22,35)	6,90 (0,50; 13,31) *
END	7,95 (1,71)	8,64 (1,30)	-0,92 (-2,07; 0,22)
Escala de Borg	8,87 (1,82)	8,75 (1,98)	-0,03 (- 0,89; 0,83)
Soma			
Volume de carga	10805 (6889)	6125 (2982)	4788 (796; 8781) *
TRIMP	96278 (53003)	55711 (27649)	40566 (9900; 71233) *

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **END** – Escala numérica de dor; **TRIMP** – Impulso do treinamento.

* Diferença significativa ($p < 0,05$).

Para controle da pressão da oclusão do fluxo sanguíneo, foram realizadas avaliações ao longo do período de treinamento, as quais não apresentaram diferenças significativas entre as médias (1º dia: 221,67 (26,57); 7º dia 208,89 (33,33) e 12º dia: 197,78 (25,39) mmHg), apesar de aparente tendência a diminuição da pressão necessária para oclusão total (Figura 5).

Figura 5. Controle da pressão da oclusão do fluxo sanguíneo ao longo do período de treinamento.

6.3. Desempenho funcional

O desempenho dos atletas ao final do teste de agilidade foi menor em ambos os grupos treinados, bem como em T2 no grupo EENM e em T1, T2 e T5 no grupo EENM+OFS, após o treinamento. No entanto, segundo a classificação de desempenho, os atletas apresentam resultados dentro da média (Tabela 8). Ainda, se comparado ao controle, o desempenho final do teste foi menor para o grupo EENM (Tabela 9).

Tabela 8. Média (Desvio padrão) do desempenho, no teste de agilidade de Illinois.

	Controle		EENM		EENM+OFS	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
T1 (s)	2,37 (0,42)	2,46 (0,17)	2,51 (0,22)	2,61 (0,31)	2,42 (0,19)	2,53 (0,23) *
T2 (s)	2,69 (0,27)	2,60 (0,19)	2,70 (0,26)	3,05 (0,99) *	2,64 (0,22)	3,14 (1,12) *
T3 (s)	5,91 (0,34)	5,98 (0,24)	5,87 (0,35)	5,79 (1,00)	5,80 (0,31)	5,72 (1,13)
T4 (s)	2,88 (0,25)	2,96 (0,19)	3,05 (0,38)	2,97 (0,27)	2,97 (0,25)	2,86 (0,26)
T5 (s)	2,49 (0,19)	2,45 (0,19)	2,54 (0,36)	2,62 (0,23)	2,35 (0,28)	2,63 (0,22) *
Total (s)	16,36 (0,71)	16,46 (0,64)	16,69 (0,88)	17,06 (0,99) *	16,20 (0,50)	16,91 (0,84) *

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **T1** – Tempo do sprint inicial; **T2** – Tempo do sprint diagonal inicial; **T3** – Tempo do zig-zag; **T4** – Tempo do sprint diagonal final; **T5** – Tempo do sprint final; **Total** – Tempo total.

* Vs. pré no mesmo grupo ($p < 0,05$). **Classificação de desempenho:** Excelente - < 15,2 segundos; **Acima da Média:** 15,2 a 16,1 segundos; **Média:** 16,2 a 18,1 segundos; **Abaixo da Média:** 18,2 a 19,3 segundos; **Fraco:** >19,3 segundos (DAVIS, B. et al., 2000).

Tabela 9. Diferença média entre os grupos (Intervalo de confiança 95%), do desempenho no teste de agilidade de Illinois.

	Controle x EENM	Controle x EENM+OFS	EENM x EENM+OFS
T1 (s)	-,0008 (-0,184; 0,168)	-,0263 (-0,200; 0,147)	-0,018 (-0,179; 0,143)
T2 (s)	-0,438 (-0,903; 0,027)	-0,582 (-1,040; -0,123) *	-0,143 (-0,576; 0,288)
T3 (s)	0,157 (-,337; 0,652)	0,144 (-0,343; 0,631)	-0,013 (-0,474; 0,447)
T4 (s)	0,174 (-0,006; 0,356)	0,198 (0,019; 0,377) *	0,023 (-0,143; 0,190)
T5 (s)	-0,125 (-0,302; 0,051)	-0,314 (-0,489; -0,139) *	-0,188 (-0,352; -0,024) *
Total	-0,234 (-0,686; 0,217)	-0,533 (-0,978; -0,087) *	-0,298 (-0,711; 0,113)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **T1** – Tempo do sprint inicial; **T2** – Tempo do sprint diagonal inicial; **T3** – Tempo do zig-zag; **T4** – Tempo do sprint diagonal final; **T5** – Tempo do sprint final; **Total** – Tempo total.

* Diferença significativa ($p < 0,05$).

Os resultados dos testes de salto horizontal estão representados nas tabelas 10 e 11. Observa-se que houve diminuição do desempenho no teste *broad hop* em todos os grupos, se comparado com as avaliações pré. O mesmo ocorreu nos *simple hop* e *triple hop* (MIE) no grupo EENM e no *simple hop* e *crossover hop* (MID) no grupo EENM+OFS (Tabela 10). Na comparação entre grupos, os atletas do grupo controle, apresentaram melhor desempenho no teste *simple hop* (MID), quando comparados com o grupo EENM. Todavia, este grupo demonstrou, melhores resultados do que os atletas que realizaram a EENM+OFS (Tabela 11).

Tabela 10. Média (Desvio padrão) dos saltos horizontais.

		Controle		EENM		EENM+OFS	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<i>Broad hop</i> (cm)		2,49 (0,18)	2,40 (0,13) *	2,43 (0,15)	2,33 (0,18) *	2,51 (0,17)	2,42 (0,17) *
<i>Simple hop</i> (cm)	MID	2,18 (0,13)	2,08 (0,12) *	2,03 (0,12)	2,05 (0,13)	2,14 (0,14)	2,07 (0,18) *
	MIE	2,13 (0,20)	2,12 (0,21)	2,05 (0,17)	1,99 (0,20) *	2,15 (0,14)	2,10 (0,13)
<i>Triple hop</i> (cm)	MID	6,91 (0,66)	6,71 (0,50)	6,58 (0,44)	6,44 (0,64)	6,82 (0,53)	6,59 (0,78)
	MIE	6,76 (0,78)	6,74 (0,69)	6,57 (0,51)	6,26 (0,59) *	6,77 (0,66)	6,72 (0,65)
<i>Crossover hop</i> (cm)	MID	6,26 (0,73)	6,18 (0,70)	6,12 (0,54)	5,99 (0,63)	6,52 (0,51)	6,11 (0,61) *
	MIE	6,22 (0,77)	6,15 (0,91)	6,08 (0,65)	5,87 (0,65)	6,39 (0,65)	6,03 (0,67)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; OFS – Oclusão do fluxo sanguíneo; MID – Membro inferior direito; MIE – Membro inferior esquerdo.

* Vs. pré no mesmo grupo ($p < 0,05$).

Tabela 11. Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), dos saltos horizontais.

		Controle x EENM	Controle x EENM+OFS	EENM x EENM+OFS
<i>Broad hop</i> (cm)		0,016 (-0,101; 0,133)	-0,010 (-0,127; 0,106)	-0,027 (-0,146; 0,092)
<i>Simple hop</i> (cm)	MID	-0,125 (-0,215; -0,034) *	-0,018 (-0,109; 0,071)	0,106 (0,013; 0,198) *
	MIE	0,088 (-0,010; 0,187)	0,058 (-0,040; 0,157)	-0,029 (-0,130; 0,071)
<i>Triple hop</i> (cm)	MID	-0,063 (-0,538; 0,412)	0,034 (-0,438; 0,508)	0,098 (-0,383; 0,579)
	MIE	0,349 (-0,067; 0,767)	0,147 (-0,268; 0,564)	-0,202 (-0,625; 0,221)
<i>Crossover hop</i> (cm)	MID	0,109 (-0,348; 0,568)	0,348 (-0,108; 0,804)	0,238 (-0,226; 0,702)
	MIE	0,186 (-0,197; 0,569)	0,372 (-0,010; 0,755)	0,186 (-0,203; 0,575)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; OFS – Oclusão do fluxo sanguíneo; MID – Membro inferior direito; MIE – Membro inferior esquerdo.

* Diferença significativa ($p < 0,05$).

Nas tabelas 12 e 13, estão apresentados os resultados das variáveis analisadas durante os saltos verticais sobre a plataforma de força. Pode-se observar, após o treinamento com a EENM+OFS, um aumento da aceleração de saída do solo, no salto uni podal direito. No grupo treinado com a EENM, notou-se um aumento da velocidade de saída do solo, durante a execução do salto bi podal (Tabela 12). Nas variáveis aceleração de saída do solo e potência do salto uni podal, diferiram-se entre o grupo controle e o EENM (Tabela 13).

Tabela 12. Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante a execução dos saltos verticais.

		Controle		EENM		EENM+OFS	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Aceleração de saída do solo (m/s²)	SUPD	5,89 (1,82)	5,51 (1,68)	5,87 (1,39)	5,69 (1,34)	5,47 (1,45)	6,28 (1,54) *
	SUPE	6,46 (1,48)	6,53 (1,43)	5,45 (1,39)	5,77 (0,93)	6,22 (1,38)	5,77 (1,41)
	SBiP	8,56 (1,75)	8,83 (1,49)	8,16 (1,27)	8,62 (1,12)	8,57 (1,86)	8,33 (1,48)
Velocidade de saída do solo (m/s)	SUPD	1,89 (0,29)	2,05 (0,48)	2,01 (0,35)	2,16 (0,50)	1,99 (0,27)	2,01 (0,35)
	SUPE	1,98 (0,41)	1,88 (0,39)	2,04 (0,30)	1,96 (0,40)	1,98 (0,30)	2,00 (0,53)
	SBiP	2,79 (0,38)	2,84 (0,44)	2,85 (0,63)	3,15 (0,66) *	2,76 (0,60)	2,87 (0,53)
Tempo de impulso (s)	SUPD	0,37 (0,11)	0,37 (0,12)	0,36 (0,09)	0,39 (0,13)	0,33 (0,09)	0,38 (0,11)
	SUPE	0,32 (0,06)	0,30 (0,08)	0,39 (0,11)	0,34 (0,09)	0,33 (0,10)	0,35 (0,10)
	SBiP	0,34 (0,10)	0,33 (0,09)	0,35 (0,09)	0,37 (0,09)	0,33 (0,07)	0,35 (0,09)
Impulso do salto (N x s)	SUPD	173,65 (30,81)	191,86 (43,49)	180,08 (44,36)	189,71 (53,19)	171,04 (29,38)	176,26 (47,00)
	SUPE	183,77 (49,78)	177,19 (49,90)	182,333 (35,16)	176,99 (54,45)	171,32 (34,04)	177,51 (59,64)
	SBiP	258,42 (57,00)	269,32 (61,73)	250,99 (50,73)	277,91 (59,87)	242,28 (77,94)	249,19 (59,13)
Tempo de voo (s)	SUPD	0,474 (0,030)	0,470 (0,032)	0,473 (0,31)	0,466 (0,025)	0,480 (0,033)	0,479 (0,034)
	SUPE	0,486 (0,040)	0,481 (0,040)	0,474 (0,032)	0,465 (0,038)	0,489 (0,032)	0,0483 (0,036)
	SBiP	0,598 (0,033)	0,593 (0,029)	0,586 (0,026)	0,585 (0,028)	0,605 (0,041)	0,603 (0,048)
Altura do salto (m)	SUPD	0,186 (0,058)	0,227 (0,102)	0,214 (0,069)	0,250 (0,117)	0,207 (0,059)	0,213 (0,071)
	SUPE	0,210 (0,085)	0,190 (0,076)	0,218 (0,062)	0,204 (0,081)	0,206 (0,066)	0,218 (0,129)
	SBiP	0,404 (0,113)	0,424 (0,126)	0,434 (0,189)	0,486 (0,149)	0,408 (0,182)	0,434 (0,153)
Potência do salto (W)	SUPD	475,63 (153,80)	571,21 (246,86)	515,85 (191,77)	552,54 (204,86)	535,62; (159,24)	478,14 (160,57)
	SUPE	591,00 (173,33)	577,98 (174,93)	497,05 (158,49)	506,88 (153,58)	525,93 (121,85)	522,85 (272,82)
	SBiP	1080,99 (204,05)	1166,97 (231,93)	1016,12 (205,18)	1182,85 (231,01)	1047,64 (445,00)	1028,51 (260,08)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **SUPD** – Salto uni podal direito; **SUPE** – Salto uni podal esquerdo; **SBiP** – Salto bi podal.

* Vs. pré no mesmo grupo ($p < 0.05$).

Tabela 13. Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das variáveis avaliadas durante a execução dos saltos verticais.

		Controle x EENM	Controle x EENM	EENM x EENM+OFS
Aceleração de saída do solo (m/s ²)	SUPD	-0,23 (-1,26; 0,79)	-1,17 (-2,16; -0,17) *	-0,93 (-1,97; 0,10)
	SUPE	-0,20 (-1,29; 0,88)	0,51 (-0,55; 1,58)	0,72 (-0,38 (1,82)
	SBiP	-0,18 (-,98; 0,62)	0,51 (-0,27; 1,30)	0,69 (-0,12; 1,51)
Velocidade de saída do solo (m/s)	SUPD	0,06 (-0,29; 0,30)	0,14 (-0,14; 0,43)	0,13 (-0,16; 0,44)
	SUPE	-0,02 (-0,33; 0,28)	-0,12 (-0,42; 0,18)	-0,09 (-0,41; 0,21)
	SBiP	-0,24 (-0,57; 0,08)	-0,05 (-0,37; 0,26)	0,19 (-0,13; 0,52)
Tempo de impulso (s)	SUPD	-0,02 (-0,11; 0,06)	-0,04 (-0,13; 0,03)	-0,02 (-0,11; 0,06)
	SUPE	0,02 (-0,07; 0,12)	-0,04 (-0,13; 0,05)	-0,06 (-0,16; 0,03)
	SBiP	-0,02 (-0,06; 0,02)	-0,03 (-0,07; 0,01)	-0,01 (-0,05; 0,03)
Impulso do salto (N x s)	SUPD	4, 82 (-23,32; 32,97)	12,99 (-14,28; 40,28)	8,17 (-20,37; 36,72)
	SUPE	-1,99 (-31,41; 27,41)	-11,85 (-40,74; 17,04)	-9,85 (-39,71; 20,01)
	SBiP	-16,02 (-45,67; 13,63)	3,98 (-25,17; 33,13)	20,00 (-10,08; 50,08)
Tempo de voo (s)	SUPD	0,002 (-0,018; 0,022)	-0,002 (-0,022; 0,016)	-0,004 (-0,025; 0,015)
	SUPE	0,006 (-0,013; 0,026)	-0,001 (-0,020; 0,019)	-0,006 (-0,027; 0,013)
	SBP	-0,003 (-0,024; 0,018)	-0,002 (-0,023; 0,019)	0,001 (-0,020; 0,023)
Altura do salto (m)	SUPD	0,001 (-0,062; 0,066)	0,034 (-0,027; 0,097)	0,033 (-0,032; 0,098)
	SUPE	-0,008 (-0,072; 0,055)	-0,034 (-0,098; 0,028)	-0,026 (-0,091; 0,038)
	SBP	-0,053 (-0,157; 0,050)	-0,006 (-0,107; 0,094)	-0,047 (-0,058; 0,152)
Potência do salto (W)	SUPD	55,02 (-78,16; 188,20)	153,05 (23,90; 282,20) *	98,03 (-37,03; 233,10)
	SUPE	-18,27 (-134,81; 98,26)	-6,25 (-120,73; 108,21)	12,01 (-106,30; 130,33)
	SBP	-80,75 (-271,13; 109,61)	105,11 (-82,07; 292,30)	185,87 (-7,27; 379,01)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **SUPD** – Salto uni podal direito; **SUPE** – Salto uni podal esquerdo; **SBiP** – Salto bi podal.

* Diferença significativa (p<0,05).

Os atletas, que realizaram o treinamento com a EENM, obtiveram melhores resultados no teste de equilíbrio dinâmico, nos alcances pósteros lateral e medial, e, ainda, no score final do teste em ambos os membros. Bem como, os atletas que realizaram o treinamento com a EENM+OFS obtiveram melhores desempenhos, nas mesmas variáveis, somente no membro inferior esquerdo (Tabela 14). O treinamento com EENM repercutiu em um melhor desempenho no score final do membro inferior esquerdo se comparado com o grupo controle e o EENM+OFS (Tabela 15).

Tabela 14. Média (Desvio padrão) do desempenho, durante a execução do teste de equilíbrio.

		Controle		EENM		EENM+OFS	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
MID (%)	AA	65,29 (8,86)	65,97 (8,27)	65,81 (8,13)	69,38 (7,36)	66,47 (8,18)	65,08 (9,30)
	APL	92,75 (9,68)	95,66 (9,13)	94,47 (8,31)	102,27; (10,32) *	95,38 (10,67)	97,51 (8,92)
	APM	88,35 (11,21)	88,79 (11,82)	88,24 (10,84)	94,20 (7,50) *	88,46 (7,94)	89,72 (14,02)
MIE (%)	AA	63,16 (5,84)	65,15 (6,17)	67,23 (7,39)	68,79 (6,42)	69,24 (7,70)	69,36 (9,92)
	APL	92,16 (10,41)	97,15 (5,59)	98,35 (8,84)	105,17 (9,81) *	98,34 (11,25)	102,60 (11,08) *
	APM	89,92 (10,38)	92,52 (7,50)	88,53 (10,48)	97,30 (9,31) *	92,56 (10,27)	96,58 (9,78) *
MID (cm)	AA	70,18 (10,46)	70,56 (10,38)	69,12 (7,50)	72,73 (6,64)	69,50 (7,47)	68,06 (9,00)
	APL	99,93 (12,10)	101,56 (11,23)	99,62 (8,10)	108,26 (7,81) *	99,50 (10,98)	102,18; (9,59)
	APM	95,25 (14,83)	95,00 (14,45)	92,81 (11,46)	98,86 (7,89) *	92,62 (8,03)	94,00 (15,24)
MIE (cm)	AA	67,81 (6,81)	69,68 (8,63)	70,68 (7,04)	72,20 (6,39)	72,75 (8,30)	72,87 (10,73)
	APL	100,93 (8,68)	103,75 (8,32)	103,37 (7,20)	110,20 (7,44) *	103,12 (10,13)	107,81 (12,28) *
	APM	96,87 (14,08)	98,93 (10,80)	93,00 (9,38)	102,00 (8,13) *	97,25 (11,28)	101,50 (11,03) *
Diferença Entre Membros (cm)	AA	6,62 (5,05)	5,25 (4,29)	5,31 (3,26)	6,00 (3,48)	7,00 (4,67)	7,06 (7,53)
	APL	4,62 (4,73)	6,43 (4,54)	6,00 (6,64)	7,40 (5,43)	5,62 (4,20)	6,50 (6,73)
	APM	6,00 (5,31)	6,43 (5,30)	6,43 (5,79)	7,00 (5,00)	7,50 (6,28)	9,00 (8,68)
Score MID (%)		76,56 (7,91)	78,11 (8,97)	79,07 (9,66)	85,02 (9,40) *	79,79 (9,97)	80,54 (10,18)
Score MIE (%)		76,26 (6,50)	79,70 (5,87) *	80,76 (9,78)	86,42 (10,07) *	82,80 (10,32)	85,40 (9,17) *

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **MID** – Membro inferior direito; **MIE** – Membro inferior esquerdo; **AA** – Alcance anterior; **APL** – Alcance pósteros lateral; **APM** – Alcance pósteros medial.

* Vs. pré no mesmo grupo ($p < 0,05$).

Tabela 15. Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%) do desempenho, durante a execução do teste de equilíbrio.

		Controle x EENM	Controle x EENM+OFS	EENM x EENM+OFS
MID (%)	AA	-2,28 (-7,68; 3,10)	1,95 (-3,36; 7,29)	4,25 (-1,09; 9,60)
	APL	-4,82 (-10,71; 1,07)	0,76 (-5,05; 6,58)	5,58 (-0,15; 11,32)
	APM	-4,76 (-11,00; 1,48)	-0,57 (-6,73; 5,58)	4,19 (-1,98; 10,37)
MIE (%)	AA	0,76 (-5,20; 6,74)	1,91 (-3,99; 7,82)	1,14 (-4,79; 7,09)
	APL	-1,32 (-6,84; 4,19)	0,91 (-4,53; 6,36)	2,23 (-3,22; 7,70)
	APM	-4,92 (-9,99; 0,14)	-0,85 (-5,85; 4,13)	4,06 (-0,94; 9,07)
MID (cm)	AA	2,40 (-8,07; 3,26)	1,98 (-3,61; 7,58)	4,39 (-1,22; 10,01)
	APL	6,70 (-12,66; -0,73) *	-0,68 (-6,56; 5,20)	6,05 (0,11; 11,91) *
	APM	-5,17 (-11,88; 1,53)	-0,92 (-7,54; 5,69)	4,25 (-2,38; 10,89)
MIE (cm)	AA	0,88 (-5,44; 7,21)	1,99 (-4,26; 8,25)	1,11 (-5,18 7,40)
	APL	-3,30 (-8,42; 1,80)	-1,32 (-6,37; 3,71)	1,97 (-3,08; 7,03)
	APM	-5,29 (-10,66; 0,08)	-1,11 (-6,41; 4,18)	4,17 (-1,13; 9,49)
Diferença Entre Membros (cm)	AA	-2,27 (-5,98; 1,42)	-1,56 (-5,22; 2,09)	0,70 (-2,97; 4,38)
	APL	0,50 (-4,21; 5,22)	0,93 (-3,73; 5,60)	0,42 (-4,27; 5,12)
	APM	0,03 (-5,37; 5,43)	-0,98 (-6,33; 4,36)	-1,01 (-6,40; 4,36)
Score MID (%)		-4,10 (-7,83; -0,36) *	0,40 (-3,278; 4,08)	4,50 (0,81; 8,18) *
Score MIE (%)		-1,61 (-5,35; 2,11)	0,71 (-2,96; 4,38)	2,32 (-1,35; 6,01)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **MID** – Membro inferior direito; **MIE** – Membro inferior esquerdo; **AA** – Alcance anterior; **APL** – Alcance pósterolateral; **APM** – Alcance pósteromedial.

* Diferença significativa ($p < 0,05$)

6.4. Quantificação do desempenho muscular

Os resultados das variáveis analisadas durante a dinamometria isocinética, com velocidade angular de 60°/s e 270°/s estão apresentados nas tabelas 16 e 17, respectivamente. Dentre as poucas alterações observadas, pode-se destacar a melhora do equilíbrio muscular entre a musculatura flexora e extensora de joelho, demonstrado por meio da razão entre a musculatura agonista e antagonista da perna direita, em ambas as velocidades angulares.

Tabela 16. Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante a dinamometria isocinética a 60°/s.

			Controle		EENM		EENM+OFS	
			Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Pico de torque (Nm)	Ex	MID	263,92 (59,24)	266,53 (60,81)	271,32 (64,08)	263,73 (67,68)	272,30 (56,07)	264,58 (49,07)
		MIE	263,74 (52,95)	267,66 (66,58)	256,70 (59,44)	242,94 (63,03)	256,09 (59,46)	251,91 (37,90)
	Fl	MID	144,07 (29,57)	148,03 (29,89)	143,01 (33,22)	142,16 (37,22)	137,05 (32,39)	141,01 (27,23)
		MIE	143,52 (20,06)	146,18 (24,25)	137,33 (27,99)	134,81 (35,07)	137,50 (28,83)	140,08 (28,75)
	Ex	MID	291,63 (58,23)	294,15 (56,84)	297,03 (48,70)	288,00 (50,63)	316,45 (53,73)	306,60 (58,60)
		MIE	291,00 (51,24)	294,65 (61,63)	280,85 (39,30)	265,10 (41,27)	296,56 (52,49)	290,11 (29,33)
Pico de torque / Peso corporal (%)	Ex	MID	158,22 (25,52)	162,59 (28,68)	156,19 (16,88)	154,61 (20,53)	158,46 (27,07)	162,70 (26,81)
		MIE	158,44 (17,68)	160,80 (18,12)	150,60 (16,47)	147,75 (26,41)	158,44 (19,90)	160,85 (25,46)
	Fl	MID	1429,05 (296,12)	1413,37 (304,32)	1380,51 (375,54)	1310,11 (403,85)	1350,68 (309,96)	1298,44 (335,60)
		MIE	1368,95 (267,31)	1402,72 (280,83)	1272,36 (318,70)	1210,44 (396,17)	1285,13 (295,80)	1189,65 (277,07) *
	Ex	MID	751,61 (154,30)	773,01 (157,66)	731,80 (194,13)	723,57 (230,31)	661,55 (161,73)	659,07 (163,65)
		MIE	751,11 (85,92)	765,76 (98,94)	693,50 (191,73)	653,72 (214,92)	686,01 (158,54)	645,48 (172,49)
Potência média (Watts)	Ex	MID	189,63 (41,85)	191,17 (44,17)	184,58 (47,58)	184,87 (50,35)	191,94 (45,87)	189,16 (38,14)
		MIE	180,08 (36,42)	189,45 (46,27)	176,17 (41,03)	167,71 (46,36)	180,16 (47,58)	178,26 (32,95)
	Fl	MID	101,71 (24,33)	108,77 (25,22) *	100,26 (23,07)	102,96 (26,78)	98,36 (26,24)	99,13 (19,48)
		MIE	100,71 (15,95)	105,50 (21,19)	97,57 (22,62)	94,23 (25,89)	97,43 (22,18)	98,70 (21,45)
	Ex	MID	657,05 (199,36)	640,58 (198,16)	608,75 (172,54)	632,50 (190,42)	666,25 (238,10)	638,75 (235,82)
		MIE	692,35 (156,98)	658,82 (159,91)	628,75 (210,64)	672,50 (209,58)	590,62 (217,39)	536,25 (227,85)
Tempo do maior pico de torque (ms)	Ex	MID	556,25 (147,35)	482,50 (242,59)	627,77 (231,77)	513,33 (188,21)	559,16 (204,69)	380,83 * (148,84)
		MIE	571,76 (142,66)	537,05 (197,95)	571,87 (190,23)	507,50 (148,97)	564,37 (218,35)	450,00 (193,34)
	Fl	MID	42,60 (13,65)	44,06 (10,39)	39,68 (11,47)	42,87 (12,61)	45,06 (9,96)	46,00 (8,46)
		MIE	41,47 (12,21)	43,41 (9,99)	40,31 (12,73)	44,31 (11,59)	41,93 (13,17)	42,75 (11,67)
	Ex	MID	53,00 (8,23)	57,41 (11,12)	52,31 (11,32)	56,18 (7,88)	53,81 (13,53)	60,56 * (10,89)
		MIE	57,64 (12,19)	57,21 (9,49)	49,37 (14,73)	54,93 * (10,16)	57,18 (8,18)	57,62 (7,89)
Razão agonista / antagonista	MID		58,12 (23,30)	58,82 (22,39)	53,98 (11,30)	54,95 (10,90)	50,58 (7,40)	54,03 * (9,81)
		MIE	55,85 (10,22)	56,71 (12,09)	54,27 (7,41)	56,54 (11,41)	54,36 (7,31)	55,53 (7,50)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **Ex** – Extensão de joelho; **Fl** – Flexão de joelho; **MID** – Membro inferior direito; **MIE** – Membro inferior esquerdo.

* Vs. pré no mesmo grupo ($p < 0,05$).

Tabela 17. Média (Desvio padrão) das variáveis analisadas durante a dinamometria isocinética a 270°/s.

			Controle		EENM		EENM+OFS	
			Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Pico de torque (Nm)	Ex	MID	167,30 (34,80)	166,92 (32,16)	163,10 (35,51)	163,44 (35,73)	169,28 (29,20)	164,37 (27,46)
		MIE	163,90 (33,86)	164,71 (34,80)	159,24 (29,28)	159,23 (38,38)	165,65 (26,43)	162,23 (27,12)
		MID	109,09 (27,15)	115,55 (29,63)	104,41 (35,32)	105,61 (29,39)	99,66 (21,29)	105,45 (16,60)
	FI	MIE	105,19 (21,63)	108,17 (26,39)	101,93 (30,41)	100,56 (27,73)	96,36 (15,76)	98,75 (17,49)
		MID	184,15 (29,79)	184,21 (29,26)	180,24 (28,16)	180,90 (29,83)	195,38 (19,66)	189,28 (22,64)
		MIE	179,02 (16,86)	179,80 (17,56)	176,38 (20,29)	176,06 (30,79)	191,48 (17,70)	187,20 (25,70)
Pico de torque / Peso corporal (%)	Ex	MID	116,92 (17,57)	120,26 (18,13)	113,84 (25,02)	114,70 (21,67)	115,19 (19,15)	118,57 * (17,98)
		MIE	115,05 (12,07)	117,94 (15,70)	112,32 (24,94)	111,25 (23,68)	111,48 (12,51)	114,16 (19,27)
		MID	2491,85 (467,14)	2572,72 (573,38)	2396,21 (473,55)	2481,72 (480,86)	2482,89 (369,03)	2424,50 (354,23)
	FI	MIE	2527,82 (396,61)	2598,12 (468,15)	2314,34 (416,58)	2333,35 (470,80)	2420,18 (372,64)	2382,73 (378,43)
		MID	1331,88 (328,94)	1346,79 (368,35)	1270,23 (424,13)	1293,30 (389,45)	1214,95 (282,37)	1257,35 (212,74)
		MIE	1406,52 (208,40)	1409,06 (215,94)	1214,62 (447,98)	1215,48 (461,81)	1188,72 (250,27)	1216,55 (285,88)
Potência média (Watts)	Ex	MID	372,98 (78,35)	380,34 (83,62)	360,46 (85,56)	371,00 (75,04)	375,91 (67,43)	359,10 (67,79)
		MIE	374,88 (85,31)	359,31 (79,92)	344,80 (64,09)	342,50 (67,38)	348,80 (58,94)	364,92 (60,72)
		MID	197,18 (56,98)	200,05 (55,07)	186,60 (61,67)	190,26 (54,65)	182,69 (48,34)	185,50 (41,66)
	FI	MIE	198,94 (34,82)	204,32 (33,50)	173,51 (67,45)	176,98 (66,64)	175,09 (39,94)	172,53 (44,31)
		MID	235,00 (109,02)	218,75 (76,98)	232,22 (128,33)	226,66 (86,45)	269,16 (98,85)	192,50 * (81,92)
		MIE	242,50 (97,65)	250,00 (104,06)	240,00 (99,87)	205,55 (82,32)	240,00 (80,22)	200,83 (60,22)
Tempo do maior pico de torque (ms)	Ex	MID	158,75 (45,80)	153,75 (37,39)	252,22 (117,66)	162,22 * (30,73)	171,66 (67,26)	144,16 (23,53)
		MIE	231,25 (118,37)	180,00 (72,11)	262,22 (132,83)	246,66 (115,10)	181,66 (68,06)	165,00 (40,11)
		MID	53,11 (25,27)	53,88 (17,77)	56,87 (23,82)	54,62 (21,11)	65,50 (24,28)	52,87 (24,57)
	FI	MIE	54,06 (25,79)	56,62 (22,03)	55,81 (23,92)	51,93 (21,38)	60,62 (20,40)	53,25 (20,57)
		MID	49,29 (18,94)	51,11 (18,67)	47,25 (24,08)	58,25 * (6,64)	56,25 (14,14)	60,62 (3,59)
		MIE	41,41 (25,48)	49,35 (18,35)	39,62 (28,76)	43,06 (22,98)	54,62 (13,92)	57,25 (4,62)
Razão agonista / antagonista	MID	MID	63,97 (14,99)	67,24 (16,48)	63,93 (13,82)	64,52 (8,84)	59,15 (9,13)	64,87 * (8,70)
		MIE	64,58 (7,44)	65,93 (9,25)	63,71 (13,07)	63,13 (7,45)	58,28 (4,45)	61,09 (7,91)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **Ex** – Extensão de joelho; **FI** – Flexão de joelho; **MID** – Membro inferior direito; **MIE** – Membro inferior esquerdo.

* Vs. pré no mesmo grupo (p<0,05).

6.5. Variáveis fisiológicas

Na tabela 18 estão apresentados os resultados das concentrações séricas de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3, onde observa-se que os atletas dos grupos EENM e EENM+OFS apresentam valores elevados de CK em todos os tempos analisados, se tomado como referência os valores normativos do kit. Os valores de IGF-1 e IGFBP-3 não se alteraram em nenhum grupo, contudo, o efeito agudo do treinamento com EENM+OFS pode ser identificado, após o primeiro (T2) e último dia de treinamento (T4), por meio do aumento de hGH. O mesmo aconteceu, após T4, no grupo EENM. Entretanto, um efeito crônico, após comparação entre os dias, não foi observado. Ressalta-se que tais variações da concentração do hGH, também estão acima dos valores normativos de referência do kit. Na comparação entre grupos, os resultados demonstram que o treinamento com a EENM+OFS proporcionou aumento do hGH, gerando efeito agudo em T2 e T4, se comparado com o grupo controle (Tabela 19).

Tabela 18. Média (Desvio padrão) das concentrações séricas de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3 ao longo do período de treinamento.

		T1	T2	T3	T4	Valores normativos de referência do kit
CK (U/L)	Controle	142,96 (59,41)	161,14 (83,76)	205,24 (97,29) \$	165,26 (107,26)	24 – 195
	EENM	324,91 (324,96) \$	303,24 (250,43) \$	373,05 (259,26) \$	347,25 (249,98) \$	
	EENM+OFS	358,35 (280,30) \$	358,90 (277,76) \$	390,44 (164,23) \$	399,40 (214,38) \$	
hGH (ng/mL)	Controle	0,41 (0,58)	0,39 (0,56)	0,15 (0,20)	0,37 (0,42)	0,02 – 1,23
	EENM	0,27 (0,58)	1,98 (2,44) #	0,19 (0,38)	1,99 (2,88) *#	
	EENM+OFS	0,17 (0,13)	2,52 (2,63) *#	0,46 (0,69)	3,04 (4,03) *#	
IGF-1 (ng/mL)	Controle	324,50 (138,10)	303,08 (129,32)	308,25 (117,97)	324,16 (135,02)	116 – 358
	EENM	280,11 (113,79)	286,10 (119,52)	313,62 (95,42)	315,31 (92,70)	
	EENM+OFS	316,14 (103,20)	342,42 (109,17)	323,21 (106,56)	334,00 (114,24)	
IGFBP-3 (µg/mL)	Controle	4,62 (0,65)	4,32 (0,82)	4,59 (0,65)	4,71 (0,68)	3,4 – 9,5
	EENM	4,14 (1,01)	4,20 (1,22)	4,35 (0,94)	4,34 (0,77)	
	EENM+OFS	4,65 (1,03)	4,85 (1,10)	4,56 (1,10)	4,61 (1,21)	

CK – Creatina quinase total; **hGH** – Hormônio do crescimento humano; **IGF-1** – Fator de crescimento Insulina-1; **IGFBP-3** – Fator de crescimento insulinóide ligado à proteína 3; **EENM** – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **T1** – Imediatamente antes do treinamento (1º dia); **T2** – Pós 30 minutos do treinamento (1º dia); **T3** – Imediatamente antes do treinamento (12º dia); **T4** – Pós 30 minutos do treinamento (12º dia).

* Vs. T1 no mesmo grupo ($p < 0,05$); # Vs. T3 no mesmo grupo ($p < 0,05$); \$ Maior que os valores normativos de referência do kit.

Tabela 19. Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), das concentrações séricas de CK, hGH, IGF-1 e IGFBP-3.

		Controle x EENM	Controle x EENM+OFS	EENM x EENM+OFS
CK (U/L)	T2	91,05 (-67,67; 249,79)	32,72 (-105,67; 171,12)	-58,33 (-218,94; 102,27)
	T3	68,53 (-77,30; 214,36)	32,85 (-99,04; 164,74)	-35,68 (-182,85; 111,49)
	T4	9,99 (-131,80; 151,78)	-3,72 (-137,46; 130,01)	-13,71 (-158,58; 131,15)
hGH (ng/mL)	T2	-1,71 (-3,77; 0,31)	-2,24 (-4,42; -0,05) *	-0,50 (-2,47; 1,46)
	T3	-0,18 (-2,33; 1,97)	-0,40 (-2,64; 1,84)	-0,22 (-2,20; 1,76)
	T4	-1,77 (-3,81; 0,26)	-2,78 (-4,95; -0,62) *	-1,01 (-2,96; 0,93)
IGF-1 (ng/mL)	T2	-27,41 (-81,12; 26,30)	-20,29 (-71,76; 31,18)	-47,70 (-103,03; 7,63)
	T3	-49,76 (-103,47; 3,95)	26,44 (-25,03; 77,91)	-23,32 (-78,65; 32,01)
	T4	-35,53 (-89,24; 18,18)	17,42 (-34,13; 68,82)	-18,19 (-73,52; 37,14)
IGFBP-3 (µg/mL)	T2	-0,36 (-0,90; 0,17)	-0,13 (-0,64; 0,38)	0,13 (-0,42; 0,68)
	T3	-0,24 (-0,78; 0,29)	0,30 (-0,20; 0,82)	0,06 (-0,48; 0,61)
	T4	-0,11 (-,64; 0,42)	0,24 (-,27; 0,75)	-0,49 (-1,04; 0,05)

CK – Creatina quinase total; **hGH** – Hormônio do crescimento humano; **IGF-1** – Fator de crescimento Insulina-1; **IGFBP-3** – Fator de crescimento insulinóide ligado à proteína 3; **EENM** – Estimulação Elétrica Neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **T1** – Imediatamente antes do treinamento (1º dia); **T2** – Pós 30 minutos do treinamento (1º dia); **T3** – Imediatamente antes do treinamento (12º dia); **T4** – Pós 30 minutos do treinamento (12º dia).

* Diferença significativa ($p < 0,05$).

6.6. Espessura e área de secção transversa muscular

Os resultados das variáveis morfométricas do músculo quadríceps femoral, demonstraram que o treinamento com a EENM, proporcionou aumento da área da secção transversa do músculo reto femoral, do membro inferior direito. Já os de atletas alocados para realizar o treinamento com a EENM+OFS, apresentaram aumento da área da secção transversa e espessura do músculo reto femoral em ambos os membros, após quatro semanas de treinamento, se comparado com a avaliação pré. Para o grupo controle, observou-se aumento da área da secção transversa do reto femoral, espessura do vasto intermédio e do quadríceps do membro inferior esquerdo (Tabela 20). Contudo, o aumento da área da secção transversa do músculo reto femoral foi maior no grupo EENM+OFS em comparação com a EENM isoladamente. Bem como, da área da secção transversa do músculo reto femoral foi maior no grupo EENM se comparado com o controle (Tabela 21).

Tabela 20. Média (Desvio padrão) da espessura, área de secção transversa e ativação dos músculos do quadríceps.

	Controle		EENM		EENM+OFS	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
ARC- D	4,75 (1,89)	5,44 (2,46)	4,83 (2,16)	6,26 (2,01) *	5,36 (1,97)	6,48 (2,36) *
ARC- E	5,15 (1,83)	5,42 (1,98)	4,87 (1,69)	5,20 (2,03)	5,12 (1,54)	5,52 (1,51)
ARR- D	6,34 (1,87)	6,84 (2,16)	5,99 (1,76)	6,71 (1,69) *	6,13 (1,59)	7,19 (1,99) *
ARR- E	5,73 (1,17)	6,49 (1,62) *	5,81 (1,29)	5,91 (1,46)	5,63 (1,31)	6,40 (1,64) *
ERC- D	1,82 (0,52)	1,89 (0,61)	2,10 (0,56)	2,13 (0,53)	2,09 (0,67)	2,37 (0,60)
ERC- E	2,00 (0,62)	1,98 (0,56)	1,94 (0,52)	1,96 (0,54)	2,43 (1,66)	2,61 (1,61)
ERR- D	1,58 (0,46)	1,70 (0,53)	1,66 (0,39)	1,76 (0,35)	1,63 (0,44)	1,90 (0,42) *
ERR- E	1,80 (0,42)	1,68 (0,34)	1,73 (0,32)	1,67 (0,31)	1,61 (0,37)	1,79 (0,38) *
EVC- D	2,24 (0,35)	2,29 (0,32)	2,44 (0,83)	2,27 (0,39)	2,08 (0,31)	2,12 (0,30)
EVC- E	2,19 (0,45)	2,28 (0,45)	2,30 (0,45)	2,24 (0,47)	2,05 (0,32)	2,06 (0,35)
EVR- D	1,50 (0,31)	1,63 (0,28) *	1,69 (0,36)	1,73 (0,29)	1,62 (0,33)	1,64 (0,31)
EVR- E	1,69 (0,49)	1,90 (0,50) *	1,75 (0,48)	1,78 (0,45)	1,75 (0,42)	1,71 (0,44)
EQC- D	4,29 (0,80)	4,42 (0,88)	4,56 (0,63)	4,62 (0,59)	4,20 (0,91)	4,49 (0,88) *
EQC- E	4,34 (0,72)	4,49 (0,81)	4,48 (0,73)	4,44 (0,82)	4,26 (0,64)	4,40 (0,66)
EQR- D	3,30 (0,82)	3,52 (0,79)	3,94 (1,46)	3,69 (0,56)	3,41 (0,64)	3,70 (0,54)
EQR- E	3,55 (0,78)	3,92 (0,81) *	3,59 (0,72)	3,67 (0,74)	3,56 (0,62)	3,70 (0,57)
AQ-D	2,87 (0,53)	2,66 (0,23)	2,76 (0,48)	2,70 (0,29)	2,63 (0,56)	2,80 (0,70)
AQ-E	1,26 (0,24)	1,18 (0,19) *	1,26 (0,12)	1,21 (0,13)	1,20 (0,19)	1,20 (0,18)
AR-D	1,18 (0,22)	1,14 (0,22)	1,26 (0,16)	1,20 (0,16)	1,28 (0,24)	1,23 (0,14)
AR-E	1,16 (0,53)	1,08 (0,21)	1,10 (0,34)	1,02 (0,41)	1,24 (0,22)	1,20 (0,19)
AV-D	1,51 (0,18)	1,42 (0,17)	1,49 (0,66)	1,32 (0,21)	1,30 (0,15)	1,31 (0,17)
AV-E	1,35 (0,28)	1,25 (0,26) *	1,34 (0,17)	1,27 (0,19)	1,23 (0,26)	1,25 (0,25)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **ARC** – Área reto femoral contraído (cm²); **ARR** – Área reto femoral relaxado (cm²); **ERC** – Espessura reto femoral contraído (cm); **ERR** – Espessura reto femoral relaxado (cm); **EVC** – Espessura vasto intermédio contraído (cm); **EVR** – Espessura vasto intermédio relaxado (cm); **EQC** – Espessura quadríceps contraído (cm); **EQR** – Espessura quadríceps relaxado (cm); **AQ** – Ativação quadríceps (Quociente EQC/EQR); **AR** – Ativação reto femoral (Quociente ERC/ERR); **AV** – Ativação vasto intermédio (Quociente EVC/EVR); **D** – Direito; **E** – Esquerdo.

* Vs. pré do mesmo grupo (p<0,05);

Tabela 21. Diferença média entre grupos (Intervalo de confiança 95%), da espessura, área de secção transversa e ativação dos músculos do quadríceps.

	Controle x EENM	Controle x EENM+OFS	EENM x EENM+OFS
ARC- D	-2,25 (-3,98 -0,51) *	-0,83 (-2,57; 0,90)	1,41 (-0,32; 3,15)
ARC- E	0,05 (-2,13; 2,02)	-0,58 (-2,67; 1,50)	-0,53 (-2,61; 1,54)
ARR- D	-0,55 (-1,93; 0,82)	-0,36 (-1,79; 1,06)	-0,19 (-1,26; 1,65)
ARR- E	-0,52 (-0,63; 1,69)	-0,88 (-2,08; 0,32)	-1,41 (-2,57; -0,24) *
ERC- D	-0,17 (-0,37; 0,72)	0,17 (-,72; 0,36)	-0,35 (-0,90; 0,19)
ERC- E	-0,04 (-0,49; 0,41)	-0,36 (-0,83; 0,10)	-0,31 (-0,78; 0,15)
ERR- D	0,05 (-0,29; 0,39)	-0,19 (-0,53; 0,15)	-0,24 (-0,59; 0,09)
ERR- E	0,08 (-0,17; 0,34)	-0,16 (-0,42; 0,10)	-0,24 (-0,50; 0,01)
EVC- D	0,29 (-0,382; 0,97)	0,08 (-0,59; 0,76)	-0,20 (-0,89; 0,47)
EVC- E	0,34 (0,04; 0,64) *	0,19 (-,09; 0,49)	-0,14 (-0,45; 0,15)
EVR- D	0,18 (-0,06; 0,42)	0,22 (-0,03; 0,47)	0,04 (-0,21; 0,29)
EVR- E	0,31 (0,05; 0,57)	0,45 (0,20; 0,74) *	0,15 (-0,11; 0,42)
EQC- D	0,22 (-0,42; 0,87)	-0,20 (-0,85; 0,45)	-0,42 (-1,07; 0,22)
EQC- E	0,40 (-0,03; 0,84)	0,01 (-0,44; 0,46)	-0,40 (-0,85; 0,05)
EQR- D	0,14 (-,93; 1,21)	0,14 (-0,93; 1,21)	-0,64 (-1,71; 0,41)
EQR- E	0,46 (0,10; 0,83) *	0,34 (-0,03; 0,71)	-0,12 (-0,50; 0,25)
AQ-D	-0,16 (-0,71; 0,38)	-0,12 (-0,25; 0,01)	-0,07 (-0,20; 0,04)
AQ-E	-0,04 (-0,16; 0,07)	0,04 (-0,16; 0,25)	0,03 (-0,17; 0,24)
AR-D	0,04 (-0,16; 0,25)	0,01 (-0,20; 0,21)	-0,03 (-0,24; 0,17)
AR-E	0,12 (-0,27; 0,53)	-0,04 (-0,44; 0,36)	-0,16 (-0,58; 0,24)
AV-D	-0,09 (-0,33; 0,14)	-0,14 (-0,39; 0,09)	-0,05 (-0,29; 0,18)
AV-E	-0,02 (-0,21; 0,16)	-0,21 (-0,41; 0,01)	-0,19 (-0,39; 0,01)

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular; **OFS** – Oclusão do fluxo sanguíneo; **ARC** – Área reto femoral contraído (cm²); **ARR** – Área reto femoral relaxado (cm²); **ERC** – Espessura reto femoral contraído (cm); **ERR** – Espessura reto femoral relaxado (cm); **EVC** – Espessura vasto intermédio contraído (cm); **EVR** – Espessura vasto intermédio relaxado (cm); **EQC** – Espessura quadríceps contraído (cm); **EQR** – Espessura quadríceps relaxado (cm); **AQ** – Ativação quadríceps (Quociente EQC/EQR); **AR** – Ativação reto femoral (Quociente ERC/ERR); **AV** – Ativação vasto intermédio (Quociente EVC/EVR); **D** – Direito; **E** –Esquerdo.

* Diferença significativa (p<0,05).

7. DISCUSSÃO

A EENM, quando aplicada na intensidade máxima tolerada, buscando produzir força máxima, é de forma geral altamente desconfortável. Apesar dos cuidados na utilização dos eletrodos (sobre os pontos motores e nervo), objetivando, sempre, minimizar o desconforto (Wiest et al. 2017), os resultados demonstraram valores superiores a 7 pontos na END (Tabela 7), comungando com os achados na literatura atual (Medeiros et al. 2016). Behringer et al. (2017) realizaram exercícios excêntricos de joelho (75% de 1RM) com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) de 20 mmHg a menos que a oclusão total ($197 \pm 33,7$ mmHg) e observaram resultados superiores a 7 pontos na END. Portanto, é importante mencionar que a técnica de RFS, também, é reconhecidamente desconfortável e dolorosa, contudo, os valores do grupo EENM+OFS se mantiveram nos mesmos padrões.

No presente estudo, optamos por realizar a oclusão do fluxo sanguíneo intermitente, buscando minimizar o desconforto da técnica. Neste sentido, Fitschen et al. (2014) compararam a RFS intermitente com a contínua (sem desinflar o cuff nos intervalos de descanso entre as séries), durante 5 semanas de exercícios de flexão/extensão do joelho até a falha, realizando contrações concêntrica/excêntrica, com carga de 30% de 1RM e pressão de oclusão de 160 mmHg. Os autores relataram que a RFS contínua promoveu maior sensação dolorosa que a intermitente, no entanto, sem interferências no ganho de força e no número de repetições realizadas.

Durante a realização do presente estudo, todos os atletas participaram do treinamento físico padrão da equipe, constituído de exercício periodizado não linear, com duração de 4 semanas (Tabela 1). Visto isso, Williams et al. (2017) realizaram uma metanálise com o objetivo de investigar a diferença do ganho de forma máxima entre o treinamento periodizado e não periodizado. Os resultados demonstraram que o treinamento periodizado (linear ou não), foram superiores para o ganho de força. Nesse contexto, no presente estudo, pode-se observar

melhora de força por meio do teste de 1RM, nos atletas que realizaram os treinamentos (Tabela 5).

Revisão sistemática conduzida por Schoenfeld et al. (2016) analisaram a relação dose-resposta do volume de treinamento resistido e o ganho de massa muscular. Os achados do estudo apontaram que baixos volumes de treinamentos são capazes de produzir aumento da massa muscular. Por outro lado, maiores volumes, repercutiram melhor na hipertrofia muscular. Esses achados são contrários aos obtidos no presente estudo, tendo em vista que o grupo controle apresentou aumento da área de secção transversa e espessura do músculo quadríceps somente com o treinamento padrão do time. No mesmo sentido, os atletas que realizaram o exercício com menor volume adicional ao treinamento padrão (EENM+OFS), obtiveram maior hipertrofia muscular quando comparado com o de maior volume (EENM) adicional (Tabela 20). Entretanto, pode-se observar que a percepção de esforço de ambos os grupos não se diferenciou, apesar da intensidade máxima da corrente ter sido maior no grupo EENM em confronto com a EENM+OFS (Tabela 21). Loenneke et al. (2016) realizaram um estudo comparando seis pressões da RFS variando de 40% a 90% (a cada 10%) da oclusão arterial com exercícios resistidos com 30% de 1RM. Os autores observaram que maiores pressões de oclusão, não resultaram em diferenças na percepção de esforço e na sensação de desconforto, todavia, maiores RFS resultaram na realização de menos números de repetições. Assim, infere-se que os resultados desta pesquisa decorrem da oclusão total realizada. Nesse sentido, pode-se direcionar a investigação aos efeitos metabólicos promovidos pela oclusão do fluxo sanguíneo.

Manini et al. (2012) avaliaram os efeitos metabólicos de exercícios resistidos de extensão de joelhos, com alta carga (80% de 1RM), comparado com exercícios resistidos de baixa carga (20% de 1RM) realizados com a RFS, em indivíduos jovens e idosos. Os autores encontraram maiores concentrações plasmática de hGH em ambos os grupos, 40 e 50 min após o exercício. Já as concentrações plasmáticas de IGF-1 permaneceram inalteradas após o

exercício, assim como no presente estudo. Revisão sistemática de Lixandrão et al. (2017) compararam exercícios de alta carga (AC) versus exercícios de baixa carga com RFS (RFS+BC). Os principais resultados mostraram maiores aumentos na força muscular para AC, em comparação com RFS+BC, mesmo considerando a especificidade do treinamento, a pressão de oclusão absoluta e a largura do manguito. Em relação à resposta hipertrófica, a magnitude da hipertrofia muscular não foi afetada pela pressão de oclusão absoluta ou largura do manguito, resultando em ganhos similares na massa muscular em comparação com RFS+BC.

Maffiuletti et al. (2000) realizaram o único estudo encontrado por nós até o momento, o qual utilizou a EENM em atletas de basquete. Nele, foram realizadas doze sessões de dezesseis minutos, por quatro semanas de treinamento com a EENM (frequência – 100 Hz; duração de pulso – 400 μ s; T_{on} - T_{off} : 3-17 segundos) realizando quarenta e oito contrações isométricas do quadríceps. Os resultados demonstraram que os atletas obtiveram ganho de força isocinética ($65^{\circ}/s$), isométrica (65°) e aumento da capacidade de salto no *squat jump* e *counter movement jump*, imediatamente após as quatro semanas de treinamento, mantendo-se por mais quatro semanas após o término do protocolo.

O mesmo grupo de pesquisa realizou um estudo aplicando a EENM em jogadores de Hóquei no gelo. Foram realizadas nove sessões, compostas por três séries de trinta contrações isométricas do quadríceps por meio da EENM (frequência – 85 Hz; duração de pulso – 250 μ s; T_{on} - T_{off} : 4-20 segundos). Os resultados demonstraram que neste protocolo de treinamento, apesar de conseguirem melhora de força isocinética excêntrica e concêntrica, o desempenho no *squat jump* e *conter movement jump*, após o treinamento, foi pior do que antes do seu início (Brocherie et al. 2005). Nas análises do presente estudo, foram encontrados efeitos negativos na performance dos atletas, com diminuição do desempenho dos testes de salto horizontal (Tabela 11). O mesmo raciocínio se aplica ao desempenho muscular durante a avaliação da dinamometria isocinética (Tabelas 16 e 17). Esses resultados podem estar relacionados ao

desgaste dos atletas, em decorrência do grande volume de treinamento realizado pela equipe durante esse período, que foram somadas as intervenções aplicadas nos dois grupos (Tabela 1).

O nosso protocolo de treinamento com a EENM resultou na melhora do desempenho no teste de equilíbrio dinâmico em ambos os membros em comparação com o grupo controle e o EENM+OFS. Esses achados podem ser justificados pelo aumento da ativação muscular proporcionado pelo EENM (Cattagni et al., 2017), bem como a diminuição da ativação muscular causada durante RFS (Teixeira et al. 2017). Entretanto, não foi encontrado na literatura nenhum estudo que avaliasse o equilíbrio dinâmico em atletas de alto rendimento após o treinamento com EENM e/ou EENM+OFS.

Gondin et al. (2005) analisaram, após quatro e oito semanas de treinamento com a EENM, a arquitetura muscular e o drive neural do músculo. O protocolo de treinamento foi realizado por 8 semanas, 4 vezes por semana, totalizando 32 sessões, de 18 minutos. Foram realizadas contrações isométricas (bilateral) do quadríceps, por meio da EENM (frequência – 75 Hz; duração de pulso – 400 μ s; subida: 1,5 segundos; T_{on} : 4 segundos; descida: 0,75 segundos; T_{off} : 20 segundos). Os resultados demonstraram aumento da força isométrica e ativação muscular após 4 e 8 semanas de treinamento. Contudo, o aumento da área de secção transversa do músculo quadríceps, só foi observado após 8 semanas de treinamento com EENM. Em estudo posterior o mesmo autor observou 12% de hipertrofia, após 9 semanas de treinamento com EENM (Gondin et al., 2011).

No presente estudo, os resultados das variáveis morfométricas do músculo quadríceps, demonstram que os atletas alocados para realizar o treinamento com a EENM+OFS, apresentaram aumento da espessura e área da secção transversa do músculo reto femoral em ambos os membros, após 4 semanas de treinamento, se comparado com a avaliação pré (Tabela 20). Entretanto, Gondin et al. (2005) demonstraram que 4 semanas de EENM aumentou a força e ativação muscular, mas não a área da secção transversal do músculo. Contudo, após 8 semanas

de EENM, adaptações tanto neurais, quanto musculares mediaram a melhora da força, demonstrando que a EENM pode promover alterações morfológicas e hipertrofia muscular. Vale ressaltar que os resultados do presente estudo, foram obtidos em uma população de atletas de alto rendimento, diferentemente dos estudos citados acima, que conduziram os estudos em indivíduos saudáveis, não atletas. Nesse sentido, os resultados deste estudo são animadores, pois foram obtidos resultados positivos em atletas de alto rendimento, dos quais se esperam que estejam fazendo uso de suas capacidades máximas.

Vanderthommen et al. (2012) avaliaram a função muscular de quadríceps e isquiotibiais após a EENM (frequência – 80 Hz; duração de pulso – 350 μ s) em uma única sessão, observando aumento de níveis séricos de creatina quinase, dor, fraqueza e rigidez muscular, inferindo dano muscular indireto, em decorrência do recrutamento e ativação muscular acentuada promovida pela EENM.

O estudo, mais recente sobre o tema, combinou a contração concêntrica voluntária com a EENM (corrente Russa de 2.500 Hz; frequência - 20 Hz; T_{on}: 2,4 segundos; T_{off}: 47,6 segundos) na fase excêntrica da contração muscular e avaliou a concentração plasmática de hGH, lactato e norepinefrina (NE), nos tempos 0, 15 30, 60 e 120 minutos após o treinamento. A concentração plasmática de hGH e lactato foi aumentada em ambos os grupos (0 e 15 minutos após), sendo maior para o grupo EENM e contração excêntrica. Já a NE foi elevada imediatamente após o exercício de forma igual em ambos os grupos (Matsuse et al., 2010).

Sartorio et al. (2008) investigaram a resposta agudas do hGH ao treinamento com EENM. O protocolo de treinamento foi composto de duas séries de EENM de 9 min de duração cada (frequência – 75 Hz; duração de pulso – 400 μ s; T_{on}: 6,25 segundos; T_{off}: 20 segundos; subida: 1,5 segundo; descida: 0,75 segundo), com 20 contrações isométricas máximas, com um intervalo de 120 minutos entre cada série. A concentração plasmática de hGH, aumentou significativamente após 15 minutos da primeira sessão de EENM, chegando ao seu platô, após

30 minutos, e normalizando completamente após 120 minutos. Na sessão subsequente da EENM, a concentração de hGH plasmático foi maior do que a basal, se mantendo elevada por 60 min após o treinamento. Os autores observaram também, valores elevados de lactato sanguíneo, imediatamente após ambos os treinamentos.

O mesmo grupo de pesquisa realizou estudo similar, ao comparar as respostas agudas hormonais e dano muscular após exercício voluntário e EENM dos músculos do quadríceps. Os músculos foram estimulados por pulsos retangulares bifásicos (frequência – 75 Hz; duração de pulso – 400 μ s; T_{on} : 6,25 segundos; T_{off} : 20 segundos; subida: 1,5 segundo; descida: 0,75 segundo), durante 40 contrações no nível máximo tolerável. Dois dias após (48 horas), o segundo turno de 40 contrações isométricas voluntárias foram realizadas no mesmo nível de contração. A avaliação da força isométrica voluntária máxima demonstrou diminuída imediatamente e após 45 minutos. A concentração de hGH sanguíneo foi elevada imediatamente após o exercício, alcançando seu plano após 15 minutos e se mantendo elevada por 45 minutos, em ambos os grupos. Contudo, a concentração de hGH foi maior no grupo EENM se comparado com a contração voluntária. Assim como a concentração de creatina quinase, que foi elevada após 48 horas, com pico após 72 horas, no grupo treinado com EENM e não apresentou alterações no grupo contração voluntária. O mesmo ocorreu para a concentração de lactato sanguíneo imediatamente após a EENM, se mantendo alterada por 15 minutos (Jubeau et al. 2008).

Ante o exposto, pode-se observar que, tanto a EENM isoladamente, quanto o exercício resistido de baixa carga com a RFS, são capazes de promover o aumento da secreção de hGH, hipertrofia e força muscular. Nesse sentido, ao se desenvolver o protocolo de treinamento do presente estudo, tinha-se como hipótese que a associação das duas técnicas de treinamento poderia produzir resultados melhores do que se utilizadas separadamente. Por isso, decidiu-se realizar o estudo com atletas de alto rendimento que trabalham no máximo de suas capacidades

físicas para investigação de algum ganho adicional. Contudo, pôde-se observar que os resultados obtidos neste estudo, não suportaram tal hipótese, tendo em vista que a EENM separadamente se diferenciou da EENM+OFS somente no quesito “área de secção transversal do reto femoral (Tabela 21).

Dentre os poucos estudos que utilizaram a EENM+RFS, destaca-se o de Inagaki et al. (2011) que avaliou o efeito agudo da EENM (frequência – 20 Hz; duração de pulso – 400 μ s; T_{on}/T_{off} – 3/1 segundos; intensidade – 20% da CVM) durante a RFS (150 mmHg) na contração isométrica de flexores do joelho versus a contração isométrica voluntária, em duas sessões de exercício, separadas por uma semana. A concentração de hGH foi avaliada após 2, 15 e 30 minutos do término dos protocolos, apresentando aumentos significativos após 15 e 30 minutos, no grupo EENM em confronto com o treinamento voluntário. Essa pesquisa corrobora com os achados dos autores no quesito efeito agudo do hGH.

Já Natsume et al. (2015) avaliaram o efeito crônico da EENM (frequência - 30 Hz; T_{on}/T_{off} – 8/3 segundos; intensidade – 5 a 10% da CIVM) versus EENM+RFS (140 a 200 mmHg). Oito indivíduos saudáveis foram submetidos a 23 minutos de contrações isométricas máximas involuntárias do quadríceps, 2 vezes por dia, 5 dias por semana, durante 2 semanas. Diferentemente dos resultados deste estudo, os autores observaram aumento da capacidade de força isométrica (90 e 180°/s) na perna treinada com EENM+RFS. Contudo, corroborando com os nossos achados, os autores observaram aumento da espessura muscular, mesmo que tenham sido utilizadas baixas frequências de estimulação. Em consonância com os achados deste trabalho, a revisão sistemática conduzida por Liu et al. (2008) demonstrou que o incremento de hormônio de crescimento em atletas resultou no aumento de massa muscular, no entanto, não melhorou o desempenho atlético.

A metanálise realizada por Hughes et al. (2017) identificaram que o treinamento de baixa carga com RFS, teve um efeito moderado no aumento da força muscular em indivíduos

em reabilitação musculoesquelética. Entretanto, o treinamento convencional com altas cargas, teve um efeito moderado no aumento da força muscular em relação ao treinamento de baixa carga com RFS. Já treinamentos com cargas elevadas promovem maiores sobrecargas articulares e musculares, aumentando o risco de novas lesões ou recidivas. Neste sentido, ao propor o desenvolvimento do presente estudo, tinha-se como hipótese a potencialização dos bons resultados obtidos com a EENM e a OFS, buscando melhores resultados na interação entre as duas técnicas em atletas de basquete de alto rendimento. A partir disso, espera-se vislumbrar os benefícios destas técnicas na reabilitação musculoesquelética.

Entretanto, podemos identificar limitações no presente estudo que devem ser pontuadas para a realização de estudos futuros, tais como: a padronização de um volume fixo de treinamento e a realização de estudos em indivíduos em fase de reabilitação musculoesquelética. Desta forma, acredita-se que tal técnica possa contribuir mais que as utilizadas comumente.

8. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se afirmar que o treinamento realizado com a EENM+OFS, resultou no aumento da produção do hormônio de crescimento humano, assim como da área de secção transversa reto femoral se comparado com o treinamento somente com a EENM. Notou-se, ainda, que, o treinamento com a EENM, demonstrou resultados favoráveis na melhora do equilíbrio dinâmico, se comparado com grupo controle e o treinamento com a EENM+OFS.

No que se refere ao desempenho nos testes de salto e agilidade, pode-se observar que em ambos os treinamentos propostos, houve uma diminuição do desempenho. Contudo, não foi observada diferença relevante no desempenho muscular.

9. REFERÊNCIAS

- Abdelkrim J, Pascal M, Samadi S. Establishing causes of eradication failure based on genetics: case study of ship rat eradication in Ste. Anne archipelago. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology* 2007;21(3):719-30.
- Abe T, Sato, Y, Inoue, K, Midorikawa, T, Yasuda, T, and Kearns, CF, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily KAATSU resistance training. *Int J Kaatsu Training Res* 2005;1:6–12.
- Ahtiainen JP, Hoffren M, Hulmi JJ, Pietikainen M, Mero AA, Avela J, et al. Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area. *European journal of applied physiology* 2010;108(2):273-9.
- American College of Sports Medicine. Progression Models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:687–708.
- Babault N, Cometti G, Bernardin M, Pousson M, Chatard JC. Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2007;21(2):431-437.
- Bandy WD, Rusche KR, Tekulve FY. Reliability and limb symmetry for five unilateral functional tests of the lower extremities. *Isokinetics and exercise science* 1994;4(3):108-11.
- Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sports medicine* 2005;35(3):191-212.
- Behringer M, Heinke L, Leyendecker J, Mester J. Effects of blood flow restriction during moderate-intensity eccentric knee extensions. *J Physiol Sci*. 2017.
- Benito-Martínez E, Martínez-Amat A, Lara-Sánchez AJ, Berdejo-Del-Fresno D, Martínez-López EJ. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on 30 meters dash and triple jump. *J Sports Med Phys Fitness* 2013; 53:387-95.
- Berg HE, Tedner B, Tesch PA. Changes in lower limb muscle cross-sectional area and tissue fluid volume after transition from standing to supine. *Acta Physiol Scand* 1993;148(4):379-85.
- Bergquist AJ, Clair JM, Lagerquist O, Mang CS, Okuma Y, Collins DF. Neuromuscular electrical stimulation: implications of the electrically evoked sensory volley. *European journal of applied physiology* 2011;111(10):2409-2426.
- Bickel CS, Gregory CM, Dean JC. Motor unit recruitment during neuromuscular electrical stimulation: a critical appraisal. *European journal of applied physiology* 2011; 111(10):2399-2407.
- Bickel CS, Slade JM, Warren GL, Dudley GA. Fatigability and Variable-Frequency Train Stimulation of Human Skeletal Muscles. *Phys Ther* 2003;83:366-373,.
- Billot M, Martin A, Paizis C, Cometti C, Babault N. Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010;24(5):1407-1413.

Blazeovich AJ, Coleman DR, Horne S, Cannavan D. Anatomical predictors of maximum isometric and concentric knee extensor moment. *European journal of applied physiology* 2009;105(6):869-78.

Bodine SC, Stitt TN, Gonzalez M, Kline WO, Stover GL, Bauerlein R, Yancopoulos GD. Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature cell biology* 2001;3(11):1014-1019.

Bolgia L, Keskula D. Reliability of lower extremity functional performance tests. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 1997;26(3):138-42.

Bonnin P, Fressonnet R. Notions d'hémodynamique et techniques ultrasonores pour l'exploration des artères. *Journal de radiologie* 2005;86(6):615-27.

Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982; 14(5):377-381.

Botter A, Oprandi G, Lanfranco F, Allasia S, Maffiuletti NA, Minetto MA. Atlas of the muscle motor points for the lower limb: implications for electrical stimulation procedures and electrode positioning. *European journal of applied physiology* 2011;111(10):2461-2471.

Brocherie F, Babault N, Cometti G, Maffiuletti N, Chatard JC. Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(3):455-60.

Cattagni T, Lepers R, Maffiuletti NA. Effects of neuromuscular electrical stimulation on contralateral quadriceps function. *J Electromyogr Kinesiol*. 2017;38:111-118.

Cohen J. Statistical power analysis. *Current directions in psychological science*. 1992;1(3):98-101.

DAVIS, B. et al. *Physical Education and the study of sport*. 4th ed. Spain: Harcourt. 2000; p.129

Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2004;18(2):353-358.

De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics*. 1997;13:135-63.

Delaney S, Worsley P, Warner M, Taylor M, Stokes M. Assessing contractile ability of the quadriceps muscle using ultrasound imaging. *Muscle & nerve* 2010;42(4):530-8.

Downs ME, Hackney KJ, Martin D, Caine TL, Cunningham D, O'Connor DP, Ploutz-Snyder LL. Acute vascular and cardiovascular responses to blood flow-restricted exercise. *Medicine and science in sports and exercise* 2014; 46(8):1489-1497.

Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports medicine*. 2008;38(7):565-78.

Drummond MJ, Fujita S, Abe T, Takashi A, Dreyer HC, Volpi E, Rasmussen BB. Human muscle gene expression following resistance exercise and blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(4):691-8.

Egan AD, Winchester JB, Foster C, McGuigan MR. Using session RPE to monitor different methods of resistance exercise. *Journal of sports science & medicine* 2006;5(2):289.

Erculj F, Blas M, Bracic M. Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2010;24(11):2970-8.

Fanchini M, Ferraresi I, Modena R, Schena F, Coutts AJ, Impellizzeri FM. Use of CR100 Scale for Session-RPE in Soccer and Interchangeability With CR10. *Int J Sports Physiol Perform* 2015.

Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. *Pain* 2011;152(10):2399-404.

Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2010;40(9):551-8.

Fitschen PJ, Kistler BM, Jeong JH, Chung HR, Wu PT, Walsh MJ, Wilund KR. Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014;34(5):356-63.

Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European journal of applied physiology* 2010;109(3):491-8.

Foster C, Daines E, Hector L, Snyder AC, Welsh R. Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin medical journal* 1996;95(6):370-374

Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2001;15(1):109-115.

Frigeri A, Nicchia GP, Verbavatz JM, Valenti G, Svelto M. Expression of aquaporin-4 in fast-twitch fibers of mammalian skeletal muscle. *Journal of Clinical Investigation* 1998;102(4):695, 1998.

Gobbo M, Maffiuletti NA, Orizio C, Minetto MA. Muscle motor point identification is essential for optimizing neuromuscular electrical stimulation use. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11(1):17.

Gondin J, Brocca L, Bellinzona E, D'Antona G, Maffiuletti NA, Miotti D, Pellegrino MA, Bottinelli R. Neuromuscular electrical stimulation training induces atypical adaptations of the human skeletal muscle phenotype: a functional and proteomic analysis. *J Appl Physiol* 2011;110:433–450.

Gondin J, Guede M, Ballay Y, Martin A. Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1291–1299.

Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:955–963.

Greenhaff PL, Söderlund K, Ren JM, Hultman E. Energy metabolism in single human muscle fibres during intermittent contraction with occluded circulation. *The Journal of Physiology* 1993;460(1):443-453.

Gregory CM, Bickel CS. Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Phys Ther* 2005;85:358–364.

Grill WM, Mortimer JT. The effect of stimulus pulse duration on selectivity of neural stimulation. *IEEE Trans Biomed Eng* 1996;43:161–166

Hachana Y, Chaabene H, Nabli MA, Attia A, Moualhi J, Farhat N, et al. Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the illinois agility test in male team sport athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2013;27(10):2752-9.

Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(13):1003-1011.

Inagaki Y, Madarame H, Neya M, Ishii N. Increase in serum growth hormone induced by electrical stimulation of muscle combined with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:2715–2721.

Jubeau M, Gondin J, Martin A, Sartorio A, Maffiuletti NA. Random motor unit activation by electrostimulation. *Int J Sports Med* 2007;28: 901–904.

Khlifa R, Aouadi R, Hermassi S, Chelly MS, Jlid MC, Hbacha H, et al. Effects of a plyometric training program with and without added load on jumping ability in basketball players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2010;24(11):2955-61.

Kiernan MC, Mogyoros I, Burke D. Differences in the recovery of excitability in sensory and motor axons of human median nerve. *Brain* 1996;119:1099–1105

Kon M, Ikeda T, Homma T, Akimoto T, Suzuki Y, Kawahara T. Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise* 2010;42(7):1279-85.

Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, Tricoli V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(3):406-412.

Lima JC, Miyague AH, Filho FM, Nastri CO, Martins WP. Biometry and fetal weight estimation by two-dimensional and three-dimensional ultrasonography: an intraobserver and interobserver reliability and agreement study. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* 2012;40(2):186-93.

Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, Libardi CA, Roschel H. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2018;48(2):361-378.

Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bemben MG. The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Med Hypotheses* 2012;78:151–154a.

Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, Bemben D, Bemben MG. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology* 2012;112(8):2903-2912b.

Loenneke JP, Kim D, Mouser JG, Allen KM, Thiebaud RS, Abe T, Bemben MG. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? *Physiol Behav.* 2016;157:277-80.

Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence. *Scand J Med Sci Sports* 2014; 24(6):415-422.

Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International journal of sports medicine* 2010;31(1):1-4.

Loenneke JP, Wilson JM, Balapur A, Thrower A, Barnes JT, Pujol TJ. Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2012;32:268–273c.

Maffiuletti NA, Bramanti J, Jubeau M, Bizzini M, Deley G, Cometti G. Feasibility and efficacy of progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2009;23(2):677-682.

Maffiuletti NA, Cometti G, Amiridis IG, Martin A, Pousson M, Chatard JC. The Effects of Electromyostimulation Training and Basketball Practice on Muscle Strength and Jumping Ability. *Int J Sports Med.* 2000;21:437–443.

Maffiuletti NA, Minetto MA, Farina D, Bottinelli R. Electrical stimulation for neuromuscular testing and training: state-of-the art and unresolved issues. *European journal of applied physiology* 2011;111(10):2391-2397.

Maffiuletti, N. A. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *European journal of applied physiology.* 2010;110(2): 223-234.

Malatesta D, Cattaneo F, Dugnani S, Maffiuletti NA. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2003;17(3):573-579.

Manini TM, Yarrow JF, Buford TW, Clark BC, Conover CF, Borst SE. Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men. *Growth Horm IGF Res.* 2012;22(5):167-72.

Manoel ME, Harris-Love MO, Danoff JV, Miller TA. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2008;22(5):1528-34.

Martínez-López EJ, Benito-Martínez E, Hita-Contrera F, Lara-Sánchez A, Martínez-Amat A. Effects of electrostimulation and plyometric training program combination on jump height in teenage athletes. *Journal of sports science & medicine* 2012;11(4):727.

Matsuse H, Nago T, Takano Y, Shiba N. Plasma growth hormone is elevated immediately after resistance exercise with electrical stimulation and voluntary muscle contraction. *Tohoku J Exp Med.* 2010;222(1):69-75.

McGuigan MR, Egan AD, Foster C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *Journal of sports science & medicine* 2004;3(1):8a.

McGuigan MR, Foster C. A New Approach to Monitoring Resistance Training. *Strength & Conditioning Journal* 2004;26(6):42-47b.

Medeiros FV, Bottaro M, Vieira A, Lucas TP, Modesto KA, Bo APL, Cipriano G Jr, Babault N, Durigan JLQ. Kilohertz and Low-Frequency Electrical Stimulation With the Same Pulse Duration Have Similar Efficiency for Inducing Isometric Knee Extension Torque and Discomfort. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017;96(6):388-394.

Mesin L, Merlo E, Merletti R, Orizio C. Investigation of motor unit recruitment during stimulated contractions of tibialis anterior muscle. *J Electromyogr Kinesiol* 2010; 20:580–589

Meyer RA. Does blood flow restriction enhance hypertrophic signaling in skeletal muscle? *J Appl Physiol* 2006;100:1443–1444,.

Mogyoros I, Kiernan MC, Burke D. Strength-duration properties of human peripheral nerve. *Brain* 1996;119:439–447

Moritani T, Muro M, Nagata A. Intramuscular and surface electromyogram changes during muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology* 1986;60(4):1179-1185.

Myer GD, Schmitt LC, Brent JL, Ford KR, Barber Foss KD, Scherer BJ, et al. Utilization of modified NFL combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2011;41(6):377-87.

Nakajima T, Kurano M, Lida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, Meguro K, Sato Y, Nagata T. Use and safety of KAATSU training: results of a national survey. *Int J Kaatsu Training Res* 2006;2: 5–14.

Natsume T, Ozaki H, Saito AI, Abe T, Naito H. Effects of Electrostimulation with Blood Flow Restriction on Muscle Size and Strength. *Medicine and science in sports and exercise.* 2015.

Pedro RE, Oliveira RS, Vasconcelos PSDS, Pires Junior R, Milanez VF. Efeito temporal sobre a resposta da percepção subjetiva do esforço. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2014;20(5):350-353.

Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2013;27(10):2914-26.

Rodrigues RC, Masiero D, Mizusaki JM, Imoto AM, Peccin MS, Cohen M, et al. Tradução, adaptação cultural e validação do "American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scale". *Acta Ortopédica Brasileira* 2008;16:107-11.

Roth SM, Martel GF, Ferrell RE, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA. Myostatin gene expression is reduced in humans with heavy-resistance strength training: a brief communication. *Experimental Biology and Medicine* 2003;228(6):706-709.

Saez-Saez VE, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *J Sci Med Sport* 2010;13(5):513-22.

Sartorio A, Jubeau M, Agosti F, De Col A, Marazzi N, Lafortuna CL, Maffiuletti NA. GH responses to two consecutive bouts of neuromuscular electrical stimulation in healthy adults. *European journal of endocrinology* 2008;158(3): 311-316.

Schliess F, Richter L, Vom Dahl S, Häussinger D. Cell hydration and mTOR-dependent signalling. *Acta Physiol (Oxf)* 2006;187(1-2):223-9.

Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2017;35(11):1073-1082.

Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med* 2013;43(3):179-94.

Schulz KF, Altman DG, Moher D; for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *Open Med* 2010;4(1):60-68.

Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *J Sci Med Sport* 2015.

Scott JM, Martin DS, Ploutz-Snyder R, Caine T, Matz T, Arzeno NM, et al. Reliability and validity of panoramic ultrasound for muscle quantification. *Ultrasound Med Biol* 2012;38(9):1656-61.

Sekulic D, Spasic M, Mirkov D, Cavar M, Sattler T. Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2013;27(3):802-11.

Sillen MJ, Franssen FM, Gosker HR, Wouters EF, Spruit MA. Metabolic and structural changes in lower-limb skeletal muscle following neuromuscular electrical stimulation: a systematic review. *PloS one* 2013;8(9):e69391

Stegeman DF, Linssen WH. Muscle fiber action potential changes and surface EMG: A simulation study. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology* 1992;2(3):130-40.

Stewart PF, Turner AN, Miller SC. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scand J Med Sci Sports* 2012;23(10):12019.

Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* 2000;88:61–65a.

Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusions diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine and science in sports and exercise* 2000;32(12):2035-2039b.

Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* 2000;88:2097–2106c.

Takarada Y, Tsuruta T, Ishii N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *The Japanese journal of physiology* 2004;54(6):585-592.

Teixeira EL, Barroso R, Silva-Batista C, Laurentino GC, Loenneke JP, Roschel H, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Blood flow restriction increases metabolic stress but decreases muscle activation during high-load resistance exercise. *Muscle Nerve*. 2018;57(1):107-111.

Theurel J, Lepers R, Pardon L, Maffiuletti NA. Differences in cardiorespiratory and neuromuscular responses between voluntary and stimulated contractions of the quadriceps femoris muscle. *Respir Physiol Neurobiol* 2007;157:341–347

Vaczi M, Tekus E, Kaj M, Koszegi T, Ambrus M, Tollar J, et al. Changes in metabolic and muscle damage indicators following a single bout of jump training on stair versus at level *Acta physiologica Hungarica*. 2013:1-12.

Vanderthommen M, Triffaux M, Demoulin C, Crielaard JM, Croisier JL. Alteration of muscle function after electrical stimulation bout of knee extensors and flexors. *J Sports Sci Med*. 2012;11(4):592-9.

Wiest MJ, Bergquist AJ, Collins DF. Neuromuscular electrical stimulation, Discomfort, Interleaved, Maximal torque. *Phys Ther*. 2017;97(8):790-789.

Williams TD, Toluoso DV, Fedewa MV, Esco MR. Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. *Sports Med*. 2017;47(10):2083-2100.

Xergia SA, Pappas E, Zampeli F, Georgiou S, Georgoulis AD. Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2013;43(3):154-62.

Yasuda T, Abe T, Sato Y, Midorikawa T, Kearns C, Inoue K, et al. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research* 2005;1(2):65-70.

Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y, Abe T. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *J Sports Sci* 2009;27(5):479-89.

Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y, Iida H, Meguro M, Nakajima T. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scand J Med Sci Sports* 2014;24(5):799-806.

Ziv G, Lidor R. Vertical jump in female and male basketball players--a review of observational and experimental studies. *J Sci Med Sport* 2010;13(3):332-9.

10. ANEXO I - FAOS (Foot and Ankle Outcome Score)

QUESTIONÁRIO FAOS (Foot and Ankle Outcome Score) para avaliação da função e sintomas do tornozelo e pé.	
DOR	
P1 Qual a frequência que você sente dor no pé ou tornozelo?	Nunca, Mensalmente, Semanalmente, Diariamente, Sempre
Qual a intensidade de dor que você sentiu na última semana durante as seguintes atividades?	
P2 Rodando sobre o pé ou tornozelo	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P3 Forçando o pé completamente para baixo	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P4 Forçando o pé completamente para cima	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P5 Andando em superfície plana	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P6 Subindo ou Descendo escadas	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P7 Em repouso na cama	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P8 Ao sentar-se/deitar-se	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
P9 Em pé	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
OUTROS SINTOMAS	
S1 Qual o grau de rigidez do seu pé/tornozelo logo quando você acorda?	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
S2 Qual o grau de rigidez após sentar, deitar ou ao descansar mais tarde durante o dia?	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
S3 Você tem inchaço no seu pé/tornozelo?	Nunca, Raramente, Às vezes, Frequentemente, Sempre
S4 Você sente ranger, estalar ou qualquer outro tipo de som quando movimenta o pé?	Nunca, Raramente, Às vezes, Frequentemente, Sempre
S5 O seu pé trava ou fica bloqueado aos movimentos?	Nunca, Raramente, Às vezes, Frequentemente, Sempre
S6 Você consegue forçar o seu pé completamente para baixo?	Sempre, Frequentemente, Às vezes, Raramente, Nunca
S7 Você consegue forçar o seu pé completamente para cima?	Sempre, Frequentemente, Às vezes, Raramente, Nunca
ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA - QUAL A DIFICULDADE QUE VOCÊ SENTIU NA ÚLTIMA SEMANA:	
A1 Descendo escadas	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A2 Subindo escadas	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A3 Levantando-se a partir da posição sentada	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A4 Em pé	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A5 Curvando-se para pegar um objeto no chão	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A6 Andando em superfícies planas	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A7 Entrando e saindo do carro	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A8 Indo às compras	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A9 Colocando meias	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A10 Levantando-se da cama	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A11 Tirando as meias	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A12 Virando-se na cama, mantendo a mesma posição do tornozelo/pé	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A13 Entrando ou saindo do banho	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A14 Sentado	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A15 Sentando e levantando do vaso sanitário	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A16 Realizando tarefas domésticas pesadas (deslocando caixas pesadas, esfregando o chão, etc.)	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
A17 Realizando tarefas domésticas leves (cozinhando, varrendo, etc.)	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
ESPORTES E RECREAÇÕES FUNCIONAIS Qual a dificuldade que você sentiu na última semana:	
Sp1. Agachado	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
Sp2. Correndo	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
Sp3. Pulando	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
Sp4. Mudando de direção sobre o tornozelo/pé lesionado	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
Sp5. Ajoelhando-se	Nenhuma, Leve, Moderada, Acentuada, Extrema
QUALIDADE DE VIDA EM RELAÇÃO AO PÉ E TORNOZELO	
Q1 Com que frequência que você tem percebido os problemas no seu tornozelo/pé?	Nunca, mensalmente, semanalmente, diariamente, sempre
Q2 Você tem modificado seu estilo de vida para evitar atividades potencialmente danosas para o seu pé e tornozelo?	Não, um pouco, Moderadamente, muito, totalmente
Q3 O quanto você está incomodado com a falta de confiança no seu tornozelo/pé?	Não, um pouco, Moderadamente, muito, totalmente
Q4 No geral, quanto de dificuldade você e tem com seu tornozelo/pé?	Não, um pouco, Moderadamente, muito, totalmente

11. ANEXO II - Declaração de anuência

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA

Informamos nossa concordância com a realização do projeto de pesquisa "Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular associado a oclusão vascular no desempenho funcional, hipertrofia muscular e adaptações autonômicas em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego." a ser desenvolvido pelo pós graduando Natanael Teixeira Alves de Sousa, do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional – FMRP/USP, sob orientação do Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro, docente do Curso de Fisioterapia do Departamento Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP.

Franca, 31 de Outubro de 2014.

Flávio José de Andrade Junior
Gestor Esportivo
Franca Basquetebol Clube

Alexandre Lima Rezende
Presidente
Franca Basquetebol Clube

12. ANEXO III - Autorização para coleta de dados do projeto de pesquisa **SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE COLETA DE DADOS DE PROJETO DE PESQUISA**

Nome do (a) solicitante: Natanael Teixeira Alves de Sousa

Telefone: (16) 98809-4109 E-mail: natanaelsousa@usp.br

Nome do Orientador (a): Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro

Título do Projeto: "Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular associado a oclusão vascular no desempenho funcional, hipertrofia muscular e adaptações autonômicas em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego."

Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa:

(X) Para fins de submissão () Aprovado Proc. No. _____

Tipo de pesquisa: Ensaio Clínico

Pesquisadores envolvidos: Msc. Natanael Teixeira Alves de Sousa

Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro

Tempo previsto para coleta de dados: 2 anos (06/2014 e 06/2016)

Franca, 31 de Outubro de 2014

Natanael Teixeira Alves de Sousa

Alexandre Lima Rezende

13. ANEXO IV - Aprovação do comitê de ética e pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da eficácia da estimulação elétrica neuromuscular associado a oclusão vascular no desempenho funcional, hipertrofia muscular e adaptações autonômicas em atletas de basquete de alto rendimento. Ensaio clínico randomizado cego.

Pesquisador: Rinaldo Roberto de Jesus Gulmo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 24592414.8.0000.5440

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.117.574

Data da Relatoria: 08/06/2015

Apresentação do Projeto:

A fase de preparação pré-temporada é vista como vital para maximizar o desempenho esportivo. No entanto, tem havido grandes debates sobre qual a melhor estratégia de preparação a ser utilizada. O basquete é uma atividade esportiva de alta intensidade e volume de saltos, que geralmente podem vir a causar lesões, decorrentes de desequilíbrio muscular e sobrecarga dinâmica. A estimulação elétrica neuromuscular (NMEs) tem se mostrado um recurso fisioterapêutico eficiente no aumento do recrutamento das fibras musculares e força. Outro método que tem se mostrado eficiente no aumento de força e hipertrofia muscular é a associação de treinamento de baixa intensidade e oclusão vascular periférica. Nesse sentido, o presente estudo busca avaliar a eficácia da estimulação elétrica neuromuscular associada a oclusão vascular dos membros inferiores, por meio das capacidades muscular de força e hipertrofia muscular. Para tal, serão recrutados atletas de basquete de alto rendimento, do gênero masculino, com idades entre 18 e 35 anos e IMC entre 20 e 24 Kg/m². Os atletas serão randomizados nos seguintes grupos: Grupo Controle (GC)

(n = 20), Grupo Eletroterapia (GE) (n = 20) e grupo Eletroterapia + Oclusão (GEO) (n = 20). Serão realizadas 12 sessões de treinamento durante a pré-temporada, sendo os voluntários avaliados

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-600
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3802-2228 Fax: (16)3833-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA
FACULDADE DE MEDICINA DE
RIBEIRÃO PRETO DA USP -

Continuação do Parecer: 1.117.574

antes e após a pré-temporada e no meio da temporada, por meio dos seguintes instrumentos: Dinamômetro Isocinético, Eletromiografia de Superfície, Plataforma de Força, Área de Secção Transversal do Músculo, Salto Vertical, Avaliação

Funcional (Salto, Agilidade e Equilíbrio), Escala Numérica de Avaliação da Dor e Quantificação do Treinamento. Para análise dos dados, será utilizado teste de normalidade para se verificar a distribuição dos dados e testes estatísticos condizentes para as devidas comparações inter e intragrupos, sendo, assim, considerados dois fatores nas comparações, tempo e grupo. Será adotado um nível de significância de 5%.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar o efeito da associação entre o treinamento muscular por meio da estimulação elétrica neuromuscular e a oclusão vascular dos membros inferiores, nas capacidades de força e hipertrofia muscular em atletas de basquete de alto rendimento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os atletas poderão sentir dores leves a moderada durante a intervenção com oclusão e eletroterapia.

Benefícios: Os atletas poderão melhorar o seu desempenho durante as atividades esportivas, bem como diminuir o índice de lesão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Aspectos Éticos A pesquisa será realizada no Laboratório de Recursos Fisioterapêuticos (LRF) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) e no centro de treinamento da equipe do Franca Basquete, em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, sendo o projeto encaminhado ao Comitê de Ética em Experimentação com Seres Humanos do Hospital das

Clínicas-FMRP/USP. Os atletas serão devidamente esclarecidos a respeito do projeto de pesquisa, seus objetivos e características, assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido, o qual deixará claro que a qualquer momento poderão desistir do estudo, sem nenhum prejuízo ao desenvolvimento da pesquisa. O projeto estará disponível no local da pesquisa, para leitura e consulta, onde os pesquisadores farão apresentação do mesmo, bem como os esclarecimentos necessários. A metodologia do presente projeto de pesquisa contempla as normas estabelecidas no CONSORT - consolidated Standards of Reporting Trials. Randomização e Cegamento A randomização e alocação dos voluntários será realizada pelo coordenador do estudo (R.R.J.G.), que não participará das etapas de intervenção, avaliações e coletas de dados. A randomização será

Endereço:	CAMPUS UNIVERSITÁRIO		
Bairro:	MONTE ALEGRE	CEP:	14.045-900
UF:	SP	Município:	RIBEIRÃO PRETO
Telefone:	(16)3802-3228	Fax:	(16)3833-1144
		E-mail:	cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 1.117.574

realizada no início de cada temporada (2015 e 2016) para cada uma das equipes (Profissional, Sub-22 e Sub-19), os quais serão divididos de forma homogênea entre os grupos: Controle (GC), Eletroterapia (GE) e Eletroterapia + Oclusão Vascular (GEO). Será gerada uma tabela numérica no software Excel para a criação de números aleatórios, que serão colocados em envelopes de papel opaco e lacrados, abertos somente na presença da voluntária. Esta tabela será gerada ao início de cada pré-temporada, de acordo com o número de atletas disponíveis naquele momento para a participação na pesquisa. As intervenções serão realizadas por um pesquisador (F.A.S.), bem como todas as avaliações serão realizadas por outro pesquisador (V.A.V.O.), sendo ambos treinados previamente ao início das coletas dos dados. A análise e processamento dos dados será realizado por um terceiro pesquisador de forma cega (N.T.A.S.).

Cálculo do Tamanho Amostral O estudo foi desenhado para detectar uma diferença de força muscular do quadríceps entre os grupos, após as intervenções. O processamento do cálculo amostral foi realizado por meio do software Ene®, versão 3.0 (Barcelona - Espanha), com base no estudo de Bon et al. (30), considerando-se um poder de teste de 80%, um alfa de 0,05 e 15% de perda amostral. Deste modo, foi determinado o um mínimo de 20 atletas para cada grupo.

Cronograma de Intervenção e Avaliações As intervenções serão realizadas durante cada pré-temporada dos times profissional, sub-22 e sub-19 da equipe do Franca Basquete. As avaliações ocorrerão em três momentos, antes e após a pré-temporada e no meio do período entre as competições. Cabe a ressalva que a avaliação (follow-up após aproximadamente 3 meses do término da pré-temporada) no meio de cada temporada servirá para avaliar o possível efeito residual das intervenções.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados em novas versões.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa, assim como os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido Versão II – Junho de 2015 versão, podem ser enquadrados na categoria **APROVADO**.

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
 UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
 Telefone: (16)3802-2228 Fax: (16)3833-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 1.117.574

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

RIBEIRÃO PRETO, 22 de Junho de 2015

Assinado por:
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
 (Coordenador)

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO			
Bairro: MONTE ALEGRE	CEP: 14.048-600		
UF: SP	Município: RIBEIRÃO PRETO		
Telefone: (16)3802-2228	Fax: (16)3833-1144	E-mail: cep@hcrp.usp.br	

AGRADECIMENTO PELO FINANCIAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO