

RONALDO ALVES DA CUNHA

**FOTOTERAPIA E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA
FORÇA E NO SALTO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO
CONTROLADO ALEATORIZADO**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de São Paulo, para obtenção do
Título de Mestre em Ciências.**

São Paulo

2015

RONALDO ALVES DA CUNHA

**FOTOTERAPIA E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA
FORÇA E NO SALTO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO
CONTROLADO ALEATORIZADO**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de São Paulo, para obtenção do
Título de Mestre em Ciências.**

ORIENTADOR: Prof. Dr. MOISÉS COHEN

COORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS EDUARDO PINFILDI

Prof. Dr. ALBERTO DE CASTRO POCHINI

São Paulo

2015

Cunha, Ronaldo Alves da.

Fototerapia e Estimulação Elétrica Neuromuscular na força e no Salto em Atletas de Voleibol: Um Estudo Controlado Aleatorizado. / Ronaldo Alves da Cunha. – São Paulo, 2015.

xxi, 87f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Translacional.

Título em inglês: Can Phototherapy or Neuromuscular Electrical Stimulation improve muscle strength and jumping performance in young volleyball athletes? A Randomized Controlled Trial Study.

1. Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea. 2. Vôlei.
3. Esporte. 4. Performance. 5. Atletas. 6. Força. 7. LASER.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM CIRURGIA TRANSLACIONAL

COORDENAÇÃO: Prof. Dr. MIGUEL SABINO NETO

DEDICATÓRIA

DEDICATÓRIA

À minha avó, Ruth Rubin de Toledo Moraes e à minha mãe, Simone Regina de Souza Moraes, por terem me transmitido seus valores éticos e morais, além de terem me incentivado e guiado na minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

Ao **PROF. Dr. MOISÉS COHEN**, CIRURGIÃO ORTOPÉDICO, ORIENTADOR DO PROGRAMA DE CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP, PROFESSOR TITULAR E CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA DA UNIFESP, por orientar esse estudo, por transmitir aos alunos a sua incrível capacidade de estimular a ciência nos mais altos níveis;

Ao **PROF. Dr. CARLOS EDUARDO PINFILDI**, FISIOTERAPEUTA, ORIENTADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIFESP – CAMPUS BAIXADA SANTISTA E COORIENTADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP – CAMPUS SÃO PAULO, por coorientar esse estudo com tanto empenho, pelo exemplo de excelente pesquisador a ser seguido, por acreditar no meu potencial desde o início, pelas correções, pelo estímulo e por ser um exemplo de profissional;

Ao **PROF. Dr. MIGUEL SABINO NETO**, CIRURGIÃO PLÁSTICO, COORDENADOR DO PROGRAMA DE CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP, LIVRE DOCENTE E PROFESSOR ADJUNTO DA DISCIPLINA DE CIRURGIA PLÁSTICA DA UNIFESP, por coordenar este Programa e ter a capacidade de estimular a ciência nos mais altos níveis;

Aos **DEMAIS DOCENTES DA DISCIPLINA DE CIRURGIA PLÁSTICA E DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA TRANSLACIONAL DA UNIFESP**, pelas contribuições realizadas;

Ao **PROF. Esp. MARCELO BANNWART SANTOS**, FISIOTERAPEUTA, ASSISTENTE DO CENTRO DE TRAUMATO-ORTOPEDIA DO ESPORTE DO DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA DA UNIFESP – CAMPUS SÃO PAULO, por me incentivar desde o princípio nessa trajetória, por ser um excelente profissional e contribuir com cada etapa desse estudo;

Ao **CORPO DISCENTE DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA NO ESPORTE** DO CENTRO DE TRAUMATO-ORTOPEDIA DO ESPORTE DA UNIFESP (2013 – 2014), por participar e colaborar com as coletas dos dados desse estudo;

Aos **MEMBROS DO CENTRO DE TRAUMATO-ORTOPEDIA DO ESPORTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO**, pela colaboração e auxílios no desenvolvimento do estudo.

Gostaria especialmente de agradecer todas as pessoas que participaram deste estudo. Não só auxiliaram nos meus objetivos acadêmicos e profissionais como pesquisador, mas também contribuíram para inúmeros outros pesquisadores e clínicos.

ΕΠΪΓΡΑΦΕ

EPÍGRAFE

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”.

Paulo Freire

SUMÁRIO

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS	vi
EPIÍGRAFE.....	ix
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xix
RESUMO	xxii
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO.....	5
3. LITERATURA.....	7
3.1. Fototerapia na performance muscular.....	7
3.2. Estimulação Elétrica Neuromuscular na performance muscular	13
4. MÉTODOS.....	19
4.1. Desenho do estudo	19
4.2. Ambiente e participantes	19
4.3. Aleatorização	19
4.4. Alocação	19
4.5. Intervenção.....	20
4.5.1. Treinamento de força.....	20
4.5.2. Estimulação elétrica.....	21
4.5.3. Fototerapia	22
4.5.4. Treinamento de salto	23
4.6. Avaliação e acompanhamento	24
4.6.1. Avaliação da força muscular	24
4.6.2. Avaliação do salto	25
4.6.3. Avaliação da quantidade do salto	26
4.6.4. Impressão global.....	27
4.7. Análise dos dados	27
5. RESULTADOS	30
5.1. Força muscular dominante.....	33
5.2. Força muscular não dominante	33

5.3. Habilidade do salto	33
5.4. Impressão global	34
5.5. Frequência de salto	34
6. DISCUSSÃO.....	38
7. CONCLUSÃO	44
8. REFERÊNCIAS	46
NORMAS ADOTADAS	51
ABSTRACT	53
APÊNDICE	54
FONTES CONSULTADAS.....	64

LISTA DE TABELAS

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Descrição dos parâmetros da fototerapia e da EENM.....	22
TABELA 2 – Característica dos participantes na linha de base.....	30
TABELA 3 – As medidas dos resultados obtidos na avaliação inicial (pré-treinamento), pós-treinamento (seis semanas) e em oito semanas de acompanhamento para o grupo controle, fototerapia e EENM.....	31
TABELA 4 – Diferenças médias e comparações intra-grupo nos diferentes desfechos e tempos para o grupo controle, fototerapia e EENM.....	34
TABELA 5 – Diferença entre os grupos no pós-treinamento (seis semanas) e no acompanhamento de oito semanas.....	35

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Atleta realizando o exercício de treinamento de força (contração isométrica voluntária máxima), na cadeira extensora.....	20
FIGURA 2 – Locais de aplicação dos recursos eletrofísicos sobre a coxa.....	21
FIGURA 3 – Salto contramovimento.....	23
FIGURA 4 – Avaliação da força muscular de extensores de joelho com dinamômetro manual na cadeira extensora.....	24
FIGURA 5 – Avaliação da habilidade do salto.....	25
FIGURA 6 – Avaliação da quantidade de salto.....	26
FIGURA 7 – Fluxograma do estudo.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

^a - Diferença estatisticamente significativa

α – Alfa

% - Por cento

\pm - Mais ou Menos

\geq - Maior ou igual

\leq - Menor ou igual

AsGaAl –Arseneto Gálio Alumínio

^b – Diferença estatisticamente significativa

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima

Cm – Centímetros

Cm² – Centímetros quadrados

DP – Desvio Padrão

DM – Dinamômetro Manual

EENM – Estimulação Elétrica Neuromuscular

EPEG – Escala de Percepção do Efeito Global

h - Horas

IC – Intervalo de Confiança

J – Joules

KHz – Quilohertz

LASER - Light Amplification of Stimulated Emissions of Radiation (amplificação da luz por emissão estimulada de radiação)

LBI – Laser de Baixa Intensidade

LED – *Light Emitting Diode*

m - Metros

m. – Meses

n - Número

nm – Nanômetro

N/Kg – Newton por Kilograma

ms – Milissegundo

mW – Miliwatt

s - Segundo

SCM – Salto Contramovimento

VO₂max – Volume de Oxigênio Máximo

RESUMO

RESUMO

Introdução: O treinamento de salto é realizado habitualmente por atletas de voleibol. A fototerapia e a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) são recursos eficazes na melhora da performance muscular. Porém, há pouca evidência que compare a utilização desses recursos no treinamento de salto em atletas de voleibol. **Objetivo:** Avaliar a adição da fototerapia e da estimulação elétrica ao treinamento de força muscular e salto em atletas de voleibol. **Métodos:** Trinta e seis atletas foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos (controle, fototerapia e EENM). Os atletas realizaram treinamento de força muscular e salto associado ou não a fototerapia e a EENM. Os desfechos avaliados foram: força muscular, habilidade de salto, efeito global percebido e frequência de salto na linha de base, e nos acompanhamentos de seis e oito semanas. **Resultados:** Houve diferença estatisticamente significante na força muscular do membro dominante com oito semanas de acompanhamento a favor do grupo fototerapia e EENM (diferença entre as médias = 1,7; IC 95% 1,1 a 2,4 e diferença entre as médias = 2,5; IC 95% 1,8 a 3,2 respectivamente) e diferença significante na força muscular do membro não dominante a favor do grupo fototerapia e EENM nos acompanhamentos de seis semanas (diferença entre as médias = 1,8; IC 95% 1,1 a 2,6 e diferença entre as médias = 2,6; IC 95% 1,7 a 3,6 respectivamente) e oito semanas (diferença entre as médias de 2,4; IC95% 1,7 a 3,1 e diferença entre as médias de 3,7; IC 95% 3 a 4,5 respectivamente). Os mesmos efeitos não foram observados nos demais desfechos. **Conclusão:** A fototerapia e a EENM promovem efeito benéfico no ganho de força muscular, porém estes efeitos não foram vistos nos desfechos de performance do salto.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Força muscular de membros inferiores e habilidade no salto vertical são elementos considerados críticos para o sucesso na performance atlética (Potteiger *et al.*, 1999; Canavan and Vescovi, 2004). Jogadores de voleibol realizam constantemente saltos verticais e para conseguir um alto nível de performance, esses jogadores requerem não somente o desenvolvimento de habilidades técnicas e táticas, mas devem apresentar boa habilidade de saltar (Sheppard *et al.*, 2008; Visnes *et al.*, 2012; Bahr and Bahr, 2014). Com isso, diversos estudos têm desenvolvido métodos de treinamento para salto com o objetivo de melhorar a performance dos atletas (Markovic, 2007).

O treinamento pliométrico e o treinamento de força são métodos de escolha quando o objetivo é melhorar a habilidade de salto e ganhar força muscular em membros inferiores (Newton *et al.*, 1999; Ziv and Lidor, 2010). O treinamento pliométrico refere-se aos movimentos que envolvem a contração excêntrica de alta intensidade e imediatamente após uma contração concêntrica rápida e poderosa (Malisoux *et al.*, 2006). O efeito médio do treinamento pliométrico na altura do salto pode variar de 4,7 % a 8,7%, considerado como relevante e podendo ser recomendado como forma eficaz de condicionamento físico para aumentar a performance do salto vertical em indivíduos saudáveis (Markovic, 2007).

Com o objetivo de auxiliar na melhora da performance, agentes eletrofísicos como a estimulação elétrica neuromuscular e a fototerapia, têm sido investigados em relação ao ganho de força, recuperação muscular e performance esportivo (Maffiuletti *et al.*, 2000; Maffiuletti, N. A. *et al.*, 2002; Malatesta *et al.*, 2003; Bax *et al.*, 2005; Junior *et al.*, 2009; Leal Junior *et al.*, 2009; Maffiuletti *et al.*, 2009; Baroni, Junior, *et al.*, 2010; Ferraresi *et al.*, 2011; De Marchi *et al.*, 2012; Leal-Junior *et al.*, 2013). A utilização da estimulação elétrica na performance do salto vem sendo explorada e pode

ser considerada relevante (Maffiuletti *et al.*, 2000; Maffiuletti, Nicola A *et al.*, 2002; Malatesta *et al.*, 2003; Maffiuletti *et al.*, 2009) devido às melhoras nas propriedades fundamentais do músculo como aumento do fluxo sanguíneo e adaptações neurais com ganho de força máxima e resistência muscular (Bax *et al.*, 2005; Hortobágyi and Maffiuletti, 2011). A fototerapia induz efeitos fotoquímicos nas células através da absorção da luz. Este fenômeno conhecido como fotobiomodulação pode influenciar na atividade celular ou na inibição de funções químicas e fisiológicas, promovendo alterações no metabolismo energético, aumento a circulação colateral, efeitos de expressão de genes (Ferraresi *et al.*, 2012). Em adição, a fototerapia pode reduzir o processo inflamatório e diminuir o estresse oxidativo, trazendo alguns benefícios musculares relacionados ao esporte (Leal-Junior *et al.*, 2015).

Embora a utilização da fototerapia e da EENM terem sido estudadas na performance esportivo isoladamente, nenhum estudo comparando as modalidades foi encontrado. Além disso, grade parte dos estudos utilizando a fototerapia mostram os efeitos agudos e em curto prazo (Ferraresi *et al.*, 2012; Leal-Junior *et al.*, 2015). É importante mencionar que a melhora da performance em treinamento e competições é alvo dos atletas, treinadores e pesquisadores há muito tempo. Portanto, a busca por pequenos ganhos no âmbito esportivo já é considerada uma melhora da performance. Nesta perspectiva, a adição de agentes eletrofísicos como a EENM e da fototerapia associado ao treinamento de salto, surge como um instrumento importante, não invasivo e que pode permitir o ganho de força e performance esportiva.

OBJETIVO

2. OBJETIVO

Avaliar a adição da estimulação elétrica e da fototerapia ao treinamento de força muscular e salto em atletas de voleibol.

LITERATURA

3. LITERATURA

3.1. Fototerapia na performance muscular

LEAL JUNIOR *et al.* (2008) investigaram se o desenvolvimento da fadiga muscular durante contrações voluntárias repetidas do músculo bíceps braquial poderia ser atenuado pela terapia de laser de baixa intensidade (LBI). Para isso, realizaram um ensaio clínico placebo controlado, aleatorizado e duplo cego com 12 atletas profissionais de voleibol. Os atletas realizaram o maior número possível de contrações voluntárias do músculo bíceps braquial, com uma carga de 75% da força de contração voluntária máxima. O LBI (655nm), com energia total de 20 J, foi administrado antes da realização das contrações, em quatro pontos ao longo do ventre muscular do bíceps braquial. Os atletas foram avaliados por meio da quantidade máxima de contrações realizadas e dosagem de lactato sanguíneo. Os autores concluíram que o LBI parece retardar o aparecimento da fadiga muscular pela dosagem do lactato sanguíneo.

GORGEY *et al.* (2008) investigaram se a terapia LBI poderia atenuar a fadiga muscular esquelética induzida por EENM. Para isso, realizaram um estudo piloto com voluntários saudáveis submetidos a um ensaio clínico, aleatorizado e *cross-over*. Foi administrado o LBI (808nm), energia total de três ou sete *joules*, realizado antes da EENM, sobre os extensores de joelho. Os autores concluíram que nas condições em que o estudo foi realizado, o LBI não atenuou a fadiga muscular evocada por EENM.

LEAL JUNIOR *et al.* (2009) investigaram o efeito do LBI na fadiga muscular. Para isso, realizaram um ensaio clínico placebo controlado, aleatorizado e *cross-over* com 10 atletas profissionais de voleibol. Os atletas realizaram o maior número possível de contrações voluntárias dos flexores de cotovelo, com uma carga de 75% da força de contração voluntária máxima. O LBI (830nm), com energia total de 20J, foi administrado antes da realização das contrações, em quatro pontos ao longo dos flexores

de cotovelo. Os atletas foram avaliados por meio da quantidade máxima de contrações realizadas e dosagem de lactato sanguíneo. Os autores concluíram que o LBI parece retardar o aparecimento da fadiga muscular pela dosagem do lactato sanguíneo.

LEAL JUNIOR *et al.* (2009) compararam o efeito do LBI e da terapia por diodo emissor de luz (*Light Emitting Diode*, LED) antes de exercícios intensos. Para isso, realizaram um ensaio clínico controlado por placebo, cross-over e aleatorizado com oito jogadores de voleibol do gênero masculino. Realizaram terapia por LBI (660nm, energia total de 24J) ou terapia por LED (850nm, energia total de 166,8J) e estimulação placebo sobre o músculo reto femoral e realizaram três *Wingate cycle tests* (30 segundos de ciclismo máximo com uma carga de 7,5% do peso corporal) e foram avaliados por marcadores sanguíneos e performance no teste. Os autores concluíram que apenas o grupo que realizou terapia por LED obteve melhora dos níveis e creatina quinase após o exercício e nenhuma melhora pode ser observada no performance do teste nos atletas.

LEAL JUNIOR *et al.* (2009) investigaram se a terapia por LED pode alterar o performance muscular em um modelo experimental de contrações musculares do bíceps braquial. Para isso, realizaram um ensaio clínico placebo controlado com 10 jogadores de voleibol. A aplicação da terapia por LED (660/850nm), com energia total de 41,7 J e aplicação placebo foi realizada sobre o músculo bíceps braquial, antes do teste de quantidade máxima de contrações com 75% da carga máxima e avaliação de marcadores bioquímicos (creatina quinase, proteína C-relativa e lactato sanguíneo). Como conclusão os autores relataram que a aplicação provocou um ligeiro atraso no desenvolvimento da fadiga muscular, diminuindo os níveis de lactato no sangue após o exercício e inibindo a liberação de creatina quinase e proteína C-reativa.

LEAL JUNIOR *et al.* (2009) investigaram os efeitos imediatos da terapia por LBI no exercício de alta intensidade através de marcadores bioquímicos de recuperação

muscular. Para isso realizaram um ensaio clínico placebo controlado e *cross-over* com 20 atletas de futebol. Realizaram LBI (830nm), com energia de 3-4 J por ponto e aplicação placebo em cinco pontos sobre o músculo reto femoral (bilateralmente) antes da realização do *Wingate test* (30 segundos de ciclismo máximo com uma carga de 7,5% do peso corporal) e medição dos marcadores sanguíneos (creatina quinase e lactato sanguíneo). Os autores concluíram que a aplicação do LBI antes da realização do teste de *Wingate* parece inibir o aumento pós-exercício no nível de creatina quinase e parece acelerar a remoção de lactato após o exercício, sem afetar a performance do teste de *Wingate*.

LEAL JUNIOR *et al.* (2010) investigaram se a terapia por LBI pode afetar a performance do músculo bíceps no desenvolvimento de fadiga e marcadores bioquímicos de recuperação pós exercício. Para isso realizaram um ensaio clínico placebo controlado com nove jogadores de voleibol que receberam aplicação de LBI (810nm), com energia total de 60 J em dois pontos sobre o músculo bíceps braquial do lado não dominante e uma aplicação idêntica placebo. Todos os participantes realizaram repetições de flexão de cotovelo com 75% da carga máxima até a exaustão. Como conclusão os autores observaram que nos atletas que realizaram a aplicação do laser de baixa intensidade, o número de repetições foi maior e houve diminuição dos níveis de lactato, creatina quinase e proteína C-reativa no sangue após o exercício.

KELENCZ *et al.* (2010) investigaram os efeitos da terapia por LED na atividade muscular. Para isso realizaram um ensaio clínico com 30 indivíduos de ambos os gêneros, divididos em três grupos. A fadiga foi induzida através da potência máxima de uma mordida, durante 60 segundos em duas plataformas oclusais sobrepostas e acopladas a uma célula de carga e a um dispositivo para aquisição do sinal biológico. A irradiação LED foi aplicada em 8 pontos sobre o músculo masseter direito, com energia

total de 8,3/16,7 ou 25,1 J e aplicação placebo sobre o músculo masseter esquerdo. Como resultado os autores identificaram aumento na atividade do músculo após a irradiação de 8,3J e diminuição da fadiga com 16,7 J, sem mudança na força muscular.

BARONI *et al.* (2010) avaliaram os efeitos da terapia por LED sobre a fadiga do músculo quadríceps. Para isso realizaram um ensaio clínico com 17 voluntários fisicamente ativos. Eles realizaram duas sessões de um teste de fadiga no dinamômetro isocinético (30 contrações concêntricas de flexo-extensão máximas; amplitude de movimento 90°; velocidade angular de 180° por segundo) depois da aplicação da terapia por LED (850nm), com energia total de 125,1 J em três pontos sobre o músculo quadríceps. Os indivíduos foram avaliados pré e pós-teste de fadiga por um teste de força máxima de contrações isocinéticas de extensores de joelho. Como resultado os autores não observaram diferenças na força isocinética pré e pós-aplicação entre os grupos, entretanto a aplicação de LED produziu uma diminuição de torque máximo isométrico após exercício de alta intensidade isocinética, o que é consistente com um aumento na performance.

BARONI *et al.* (2010) determinaram o efeito da terapia por LBI aplicada antes de exercícios excêntricos de extensores de joelho em marcadores indiretos de lesão muscular. Para isso realizaram um ensaio clínico aleatorizado com 30 homens saudáveis divididos em dois grupos, LBI (n=18) e placebo (n=18). Depois da aplicação do LBI ou placebo, os indivíduos realizaram 75 contrações máximas excêntricas (cinco séries de 15 repetições; velocidade de 60° por segundo; amplitude de movimento de 60°) e foram avaliados pela dor, dosagem de lactato desidrogenase, creatina quinase sanguíneo 24 e 48 horas após o exercício e a força muscular (contração voluntária máxima) foi medida antes, após, 24 e 48 horas após o exercício. Concluíram que o tratamento com LBI foi

eficaz por atenuar o aumento das proteínas musculares e a diminuição da força muscular após teste de fadiga.

FERRAREZI *et al.* (2011) avaliaram os efeitos do LBI sobre o performance muscular no treinamento de força física em seres humanos em comparação com apenas o treinamento de força. Para isso realizaram um ensaio clínico com 36 homens distribuídos aleatoriamente em três grupos (controle, treinamento e LBI e treinamento). O treinamento foi realizado com 80% da carga máxima por um período de 12 semanas consecutivas. O laser (830nm) foi aplicado sobre o músculo quadríceps com energia total de 50,4 J. O volume muscular da coxa do membro dominante foi avaliado pela perimetria e a força muscular foi avaliada por meio do teste de uma repetição máxima no *leg press* e no teste de com dinamômetro isocinético. Os autores concluíram que treinamento de força associado com LBI pode aumentar a performance muscular em comparação com apenas o treinamento de força.

DE MARCHI *et al.* (2012) avaliaram os efeitos da terapia por LBI sobre o performance do exercício, estresse oxidativo e estado muscular. Para isso realizaram um ensaio clínico placebo controlado e *cross-over* com 22 voluntários aleatorizados em dois grupos. Um grupo realizou aplicação de LBI (810nm) sobre 12 locais em membro inferior, com energia total de 360 J por membro, realizado 5 minutos antes da realização de um protocolo padronizado de corrida na esteira até a exaustão e o outro realizou aplicação placebo. A performance do exercício (VO₂max, tempo de exaustão, limiar aeróbio e limiar anaeróbio), os níveis de danos oxidativos aos lipídios, proteínas e enzimas, os marcadores de lesão muscular creatina quinase e lactato desidrogenase. Em comparação com o grupo placebo, a terapia por LBI aumentou significativamente a performance do exercício em todos os desfechos analisados, sem alterar o limiar

anaeróbio, a aplicação do LBI também diminuiu pós-exercício os marcadores de lesão muscular, sem modular a catalase.

ALMEIDA *et al.* (2012) compararam os efeitos da aplicação do LBI vermelho (660nm) e infravermelho (830nm) na fadiga muscular. Para isso realizaram um ensaio clínico placebo controlado aleatorizado com 10 voluntários saudáveis do gênero masculino. Eles receberam a aplicação do laser vermelho ou infravermelho, com energia total de 20 J ou placebo sobre o músculo bíceps braquial, três minutos antes do exercício de flexão isométrica voluntária máxima de bíceps braquial. Os autores concluíram que ambos os comprimentos de onda foram eficazes em retardar a fadiga muscular.

VIEIRA *et al.* (2012) avaliaram se o treinamento de resistência associado com LBI poderia aumentar a performance do músculo em dinamometria isocinética, quando comparado com o mesmo treinamento sem LBI, determinado pelo índice de fadiga dos músculos extensores do joelho e pelo trabalho total dos músculos extensores de joelho. Para isso realizaram um estudo controlado aleatorizado com 45 mulheres saudáveis que foram distribuídas aleatoriamente em três grupos: controle, grupo treinamento e grupo treinamento e LBI. O treinamento para os grupos envolvidos foi um ciclo de exercício ergométrico com carga aplicada ao limiar ventilatório durante nove semanas consecutivas. Imediatamente após cada sessão de treinamento, a LBI (808nm), com energia total de 18 J por membro, sobre o músculo quadríceps femoral. Os resultados do estudo sugerem que o programa de treinamento de resistência combinada com LBI leva a uma redução da fadiga comparada com o programa de treinamento de resistência, sem LBI.

REIS *et al.* (2014) investigaram o efeito da terapia com LBI, antes e após o exercício na performance do músculo quadríceps e alterações de marcadores

sanguíneos. Para isso realizaram um estudo placebo controlado e aleatorizado com 27 jogadores de futebol do gênero masculino que foram divididos em três grupos (placebo, laser pré-fadiga e laser pós-fadiga). Os indivíduos realizaram duas sessões de alongamento seguido de coleta de sangue no início e após a fadiga do quadríceps pela extensão do joelho. O LBI (830 nm), com energia total de 25,2 J por membro foi aplicado sobre o músculo quadríceps. Os atletas foram avaliados pelo tempo de fadiga, número e a carga máxima de repetições toleradas e níveis séricos de lactato e creatina quinase. Como conclusão os autores relataram que a aplicação do laser antes ou depois da fadiga induzida reduziu as concentrações pós-fadiga de lactato sérico e creatina quinase e que os resultados foram mais pronunciados no grupo que realizou o LBI após a fadiga.

FERRARESI *et al.* (2015) investigaram se a terapia por LED aplicada sobre o quadríceps femoral, isquitibiais e tríceps sural em jogadores de vôlei antes de jogos oficiais, poderia impedir dano muscular avaliado pela dosagem de creatina quinase sanguínea. Para isso realizaram um estudo placebo controlado com 12 atletas de voleibol distribuídos em quatro grupos (105J, 210J, 315J e placebo). A dosagem de creatina quinase foi avaliada uma hora e 24 horas após cada jogo. Como conclusão os autores observaram que a terapia por LED impediu aumentos significativos de creatina quinase no sangue em atletas quando aplicado antes dos jogos com uma dosagem de 210-315J.

3.2. Estimulação Elétrica Neuromuscular na performance muscular

MAFFIULETTI *et al.*, (2002) estudaram a influência de um programa de treinamento pliométrico combinado com EENM na performance do salto vertical em 10 jogadores de voleibol. As sessões de treinamento foram realizadas três vezes por

semana. Cada sessão constou de três partes principais: EENM nos músculos extensores do joelho (48 contrações), EENM nos músculos flexores plantares (30 contrações) e 50 saltos. Os sujeitos foram testados antes (pré-intervenção), durante (segunda semana), depois do programa de treinamento (quarta semana) e depois de duas semanas de treinamentos de voleibol normal (sexta semana). A avaliação da altura do salto vertical (salto contramovimento e salto com agachamento) foi realizada, assim como a medida da força da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensores de joelho e flexores plantares. Os achados desse estudo sugerem que a combinação do treinamento de salto em conjunto com a EENM pode ser útil para melhorar a capacidade do salto vertical e ganho de força muscular em atletas de voleibol.

MAFFIULETTI *et al.*, (2000) estudaram a influência de um programa de treinamento de quatro semanas de EENM na força dos extensores do joelho e na performance do salto vertical de 10 jogadores de basquete. As sessões foram realizadas três vezes por semana, cada sessão consistiu de 48 contrações. Os testes foram realizados antes e depois do programa de treino de EENM (quatro semanas) e novamente depois de quatro semanas do treinamento normal de basquetebol (oito semanas). Os achados desse estudo sugerem que o treinamento com a EENM é eficaz para o ganho de força de extensão do joelho e altura do salto em jogadores de basquete.

BILLOT *et al.*, (2010) investigaram a influência de um programa de cinco semanas de EENM sobre a força muscular, velocidade do chute, velocidade na corrida e performance do salto vertical em jogadores de futebol. Vinte jogadores de futebol amadores participaram do estudo, 10 no grupo eletroestimulação e outros 10 jogadores no grupo controle. A eletroestimulação foi aplicada sobre os músculos quadríceps durante cinco semanas. Os sujeitos foram testados antes, durante (terceira semana), e depois do programa de treinamento com eletroestimulação (quinta semana). Contração

voluntária máxima (excêntrica, concêntrica e isométrica), altura do salto vertical, velocidade da corrida em 10 metros e a velocidade da bola foram examinados. Os achados desse estudo sugerem o treinamento com eletroestimulação do quadríceps durante pelo menos três semanas para observar os efeitos benéficos em habilidades específicas do futebol, como velocidade da bola.

MAFFIULETTI *et al.*, (2009) realizaram um estudo com objetivo de demonstrar a viabilidade de EENM associada ao exercício de força, durante a preparação de jogadores competitivos de tênis, e seu impacto sobre a performance anaeróbia. Doze jogadores de tênis (cinco homens e sete mulheres) completaram nove sessões de EENM do músculo quadríceps, durante três semanas. As sessões EENM foram integradas em sessões de treinamento de tênis. Os indivíduos foram avaliados antes e após quatro, cinco, seis e sete semanas de treinamento. A altura do salto vertical e o tempo de uma corrida com velocidade foram testados. Os autores concluíram que um programa de EENM pode ser seguramente incluído no início de temporada de tênis e pode levar a melhorias anaeróbicas.

GULICK *et al.*, (2011) estudaram a eficácia de um programa de EENM sobre a altura do salto vertical em uma população atlética. Atletas universitários saudáveis (54 mulheres, 75 homens) foram divididos em três grupos (controle, n = 30; salto, n = 33, e salto com EENM, n = 63). Os atletas do grupo controle realizaram suas atividades diárias normais sem inclusão de atividades de salto. Os grupos de salto realizaram um programa de saltos com três séries de 12 repetições, com descanso de dois minutos entre as séries com uma frequência de três vezes por semana. O grupo EENM fez o salto com a coordenação de um sistema de estimulação elétrica. A altura do salto vertical foi avaliada antes, após seis semanas e após oito semanas da avaliação inicial. Como

conclusão os autores que esse programa de EENM pode afetar positivamente o salto em atletas universitários.

HERRERO e IZQUIEDO (2006), evidenciaram que a combinação de EENM (53 contrações isométricas de quadríceps, 120 Hz de frequência, 400 μ s e ciclo de trabalho de 10%), por 4 semanas promoveu benefícios no ganho de força muscular e na habilidade do salto em 10 jogadores de voleibol.

GIROLD et al., (2012) estudaram os efeitos de um treinamento de força e um programa de estimulação elétrica em nadadores. Vinte e quatro nadadores foram divididos aleatoriamente em três grupos (grupo programa de treinamento de força em terra, grupo EENM e grupo controle). O treinamento teve duração de quatro semanas. Os indivíduos foram avaliados antes do treino, no final do programa de treinamento, e quatro semanas depois. Foi avaliado o pico de torque durante a extensão do braço em diferentes velocidades (-60 e 180 ° s) em um dinamômetro isocinético e a performance durante a natação em uma piscina de 50 m. Os autores concluíram que programas de treinamento de natação com exercícios de terra ou programas de eletroestimulação foram melhores que programas isolados de treinamento de natação.

MÉTODOS

4. MÉTODOS

4.1. Desenho do estudo

Este ensaio clínico controlado e aleatorizado foi registrado no *clinicaltrials.gov* (NCT02443701), antes da coleta dos dados, e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (Número do parecer 457.948) (Apêndice 1).

4.2. Ambiente e participantes

Este estudo foi realizado em um centro de treinamento de atletas de alto rendimento na cidade de São Paulo. No estudo foram incluídos atletas de voleibol com no mínimo 12 meses de experiência no esporte; com 17 ou 18 anos de idade; que não tiveram lesão nos membros inferiores nos últimos seis meses do momento da inclusão no estudo; que apresentaram liberação médica para à prática de atividade física de alta intensidade. Como critérios de não inclusão os atletas não poderiam apresentar qualquer contra indicação para a prática de atividade física de acordo com o Colégio Americano de Medicina do Esporte (Balady *et al.*, 1998) e não apresentar qualquer dor ou queixa musculoesquelética nos membros inferiores que pudesse interferir nos resultados do estudo. O consentimento foi obtido pelos participantes e/ou seus responsáveis (Apêndice 2 e 3).

4.3. Aleatorização

Uma sequência aleatória simples foi realizada utilizando o programa Microsoft Excel para Windows (*Microsoft Corporation, Redmond, Washington*) por um pesquisador que não estava envolvido no recrutamento dos atletas.

4.4. Alocação

A sequência de alocação foi gerada por um dos autores, que não estava envolvido com o recrutamento e treinamento dos atletas. A alocação foi oculta,

utilizando envelopes opacos e selados. Após a avaliação inicial, os atletas elegíveis foram orientados a procurar o fisioterapeuta que supervisionou o treinamento e que conduziu a alocação aleatória em três grupos de treinamento: um grupo controle, grupo estimulação elétrica e grupo fototerapia.

4.5. Intervenção

Todos os atletas que passaram pela seleção inicial e concordaram em participar do estudo, realizaram um programa de treinamento de força muscular e salto, sendo este realizado em ambos os membros inferiores de forma simultânea. O treinamento foi realizado em um período de seis semanas com frequência de três vezes na semana, totalizando 18 treinamentos. O intervalo entre uma sessão e outra foi de 24 horas.

4.5.1. Treinamento de força

Para realização do treinamento, todos os atletas realizaram aquecimento em bicicleta estacionária por 6 minutos. Após o aquecimento, os indivíduos foram posicionados na cadeira extensora com a articulação do joelho posicionada a 60° de flexão e quadril a 75° de flexão. Após, os atletas realizaram 10 repetições de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), sendo que o tempo de contração isométrica foi de 10 segundos e o tempo de repouso entre as repetições de 30 segundos.



Figura 1. Atleta realizando o exercício de treinamento de força (contração isométrica voluntária máxima), na cadeira extensora.

4.5.2. Estimulação elétrica

O grupo estimulação elétrica realizou o mesmo programa de treinamento descrito anteriormente, porém o treinamento de força do músculo quadríceps femoral foi associado à estimulação elétrica com os seguintes parâmetros: Corrente portadora de média frequência de um quilohertz, duração do Burst de dois milissegundos, modulada em 70 Hz, ciclo de trabalho 10%, *T-on* 10 segundos e *T-off* 30 segundos e a intensidade utilizada variou de acordo com a capacidade máxima tolerável por cada indivíduo (Tabela 1). O grupo muscular estimulado foi o quadríceps femoral, com dois eletrodos autoadesivos de oito por 13 cm (área de 104cm²). Um eletrodo foi posicionado na região do músculo reto femoral com distância de 20 cm a partir da crista ilíaca anterossuperior e o outro foi posicionado na região músculo vasto medial oblíquo com distância de cinco cm a partir do polo superior da patela (Figura 2).

4.5.3. Fototerapia

Os atletas do grupo fototerapia foram submetidos ao protocolo de terapia a laser de baixa intensidade (LBI) antes de realizar o treino de força e pliometria. A LBI foi realizada com cluster, seguindo os seguintes parâmetros: três diodos com comprimento de onda de 850nm (AsGaAl), modo contínuo, potência de 50mW por diodo (total de 150mW), energia por diodo de dois joules (total seis joules), totalizando 36J por membro. O tempo de irradiação foi de 40 segundos por aplicação. O laser foi aplicado de maneira estacionária com contato e perpendicular a pele (Tabela 1). Os locais de aplicação foram seis pontos sobre o ventre dos músculos do quadríceps femoral, bilateralmente (Figura 2). O dispositivo a laser foi calibrado antes e depois da aquisição de dados e a potência de saída em ambas as calibrações foram comparadas.

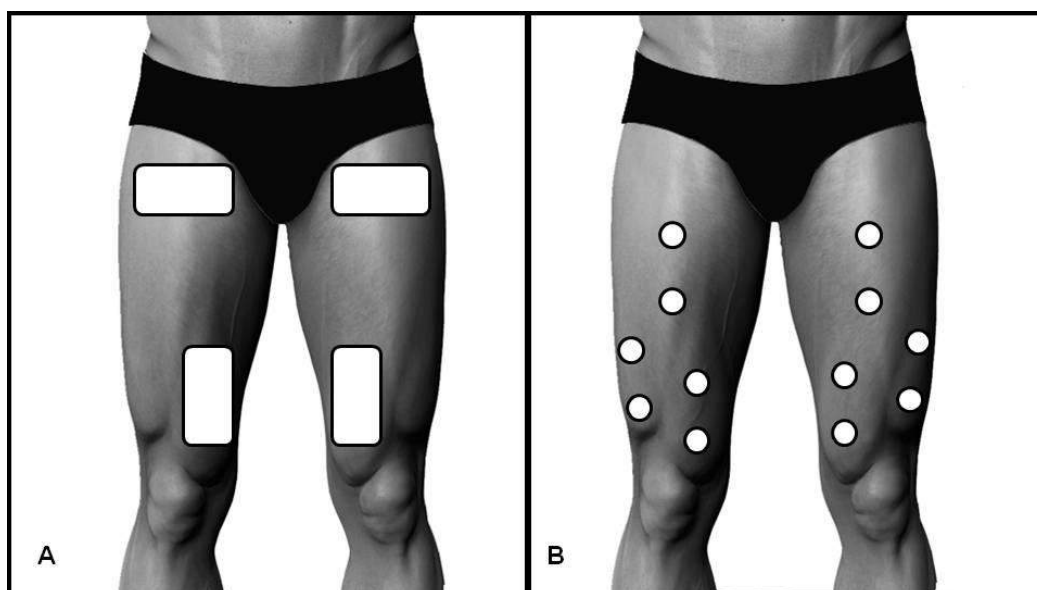


Figura 2. Locais de aplicação dos recursos eletrofísicos sobre a coxa.

(A) Posicionamento dos eletrodos de estimulação; (B) Locais de aplicação da fototerapia distribuídos em seis pontos em cada membro.

Tabela 1: Descrição dos parâmetros da fototerapia e da EENM

Fototerapia		EENM	
Tipo	Laser	Corrente portadora	1KHz
Comprimento de onda	850nm	Duração do <i>Burst</i>	2ms
Ciclo de trabalho	contínuo	Frequência de modulação	70Hz
Potência média por diodo	50mW	Ciclo de trabalho	10%
Potência média total	150mW	<i>T-on</i>	10s
Energia por diodo	2J	<i>T-off</i>	30s
Energia por ponto	6J	Amplitude	Máxima tolerável
Energia total por membro	36J		
Tempo por ponto	40s		

EENM estimulação elétrica neuromuscular; nm nanômetro; KHz quilohertz; MS milisegundo; J joules

4.5.4. Treinamento de salto

Após o término do treinamento na cadeira extensora, os indivíduos permaneceram por cinco minutos em descanso antes de iniciar o treinamento de salto contramovimento (SCM). No SCM o participante iniciou o movimento de uma posição estática ereta, com os joelhos completamente estendidos, o voluntário flexionava os joelhos até aproximadamente 90° antes de iniciar o movimento do salto. Este salto é um movimento balístico com ação muscular excêntrica rápida, imediatamente seguida por uma contração concêntrica máxima. Durante a realização dos saltos os atletas foram orientados a deixar os braços soltos ao lado do corpo. Em cada treino de salto os indivíduos realizaram cinco séries de 10 repetições com intervalos de um minuto entre cada série (Figura 3).

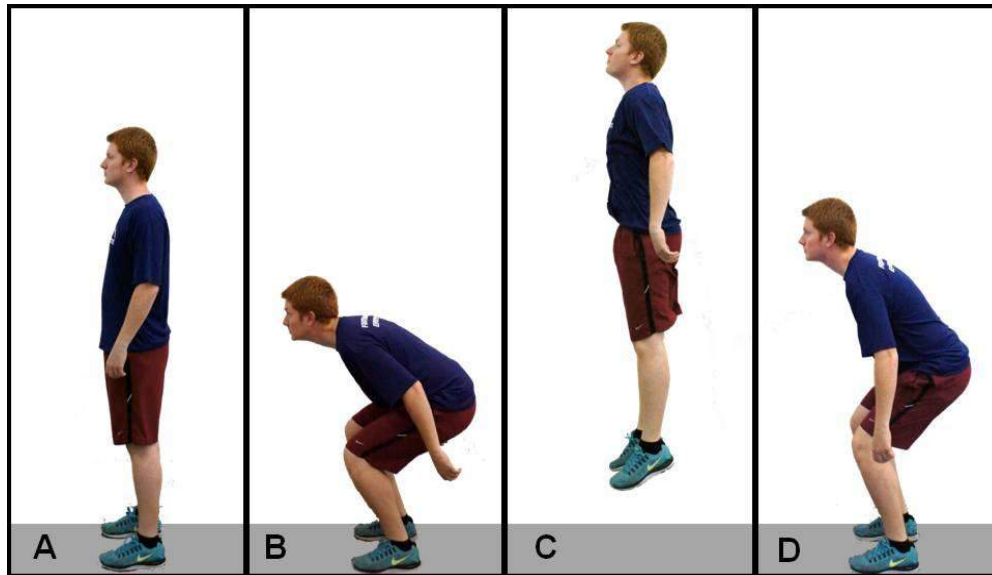


Figura 3. Salto contramovimento.

(A) Posição de preparação para o salto; (B) Fase de agachamento do salto; (C) Realização do salto; (D) Fase de aterrissagem do salto.

4.6. Avaliação e acompanhamento

Todos os atletas selecionados passaram por avaliação da força dos músculos extensores de joelho e do salto. Estas avaliações ocorreram pré-treinamento, seis semanas após (pós-treinamento) e oito semanas após a avaliação inicial.

4.6.1. Avaliação da força muscular

A força muscular isométrica máxima dos extensores do joelho foi quantificada utilizando um dinamômetro manual (DM), (microFET 2, Hoggan®). O DM foi calibrado de acordo com as especificações do fabricante antes da avaliação de cada paciente. Os testes foram realizados com o mesmo posicionamento do treinamento de força muscular utilizando o método "make" (Bohannon, 1990; Burns and Spanier, 2005). Protetores foram colocados nas pernas do paciente para permitir a padronização da colocação DM e tentar prevenir algum desconforto ao realizar a pressão contra o dinamômetro. Cada atleta realizou cinco medidas da força muscular por membro

inferior, a primeira e a segunda medidas foram utilizadas como um processo de familiarização e as outras três medidas com força isométrica máxima. Para a análise, a força média máxima das medidas três, quatro e cinco foram calculadas e corrigidas pelo peso corporal. A medida inicial foi realizada na perna dominante, seguida pela perna não dominante (Burns and Spanier, 2005) (Figura 4).

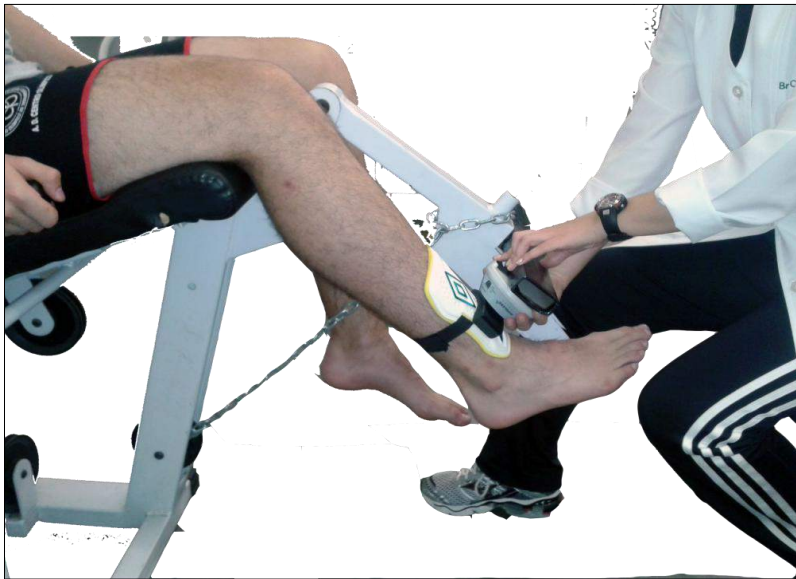


Figura 4. Avaliação da força muscular de extensores de joelho com dinamômetro manual na cadeira extensora.

4.6.2. Avaliação do salto

Para a avaliação da habilidade do salto foi realizado o Teste de Salto e Alcance (Harman *et al.*, 1991). As pontas dos dedos da mão direita dos atletas foram marcadas com giz para marcação da altura do salto ao bater a mão na parede. Os atletas foram instruídos a permanecer na postura em pé e realizar o alcance máximo com a mão direita e marcar na parede, mantendo o braço esquerdo para baixo e pés apoiados no chão. Em seguida, assumiram uma posição preparatória para o salto (joelhos fletidos), fizeram uma pausa, e saltaram tão alto quanto possível, tocando a parede novamente

com os dedos. A medida do alcance do salto foi a distância vertical entre as duas marcas. Cada indivíduo realizou três saltos submáximos para familiarização, em seguida, realizaram três saltos máximos. A maior pontuação obtida nesses saltos foi utilizada e mensurada em centímetros (De Salles *et al.*, 2012) (Figura 5).

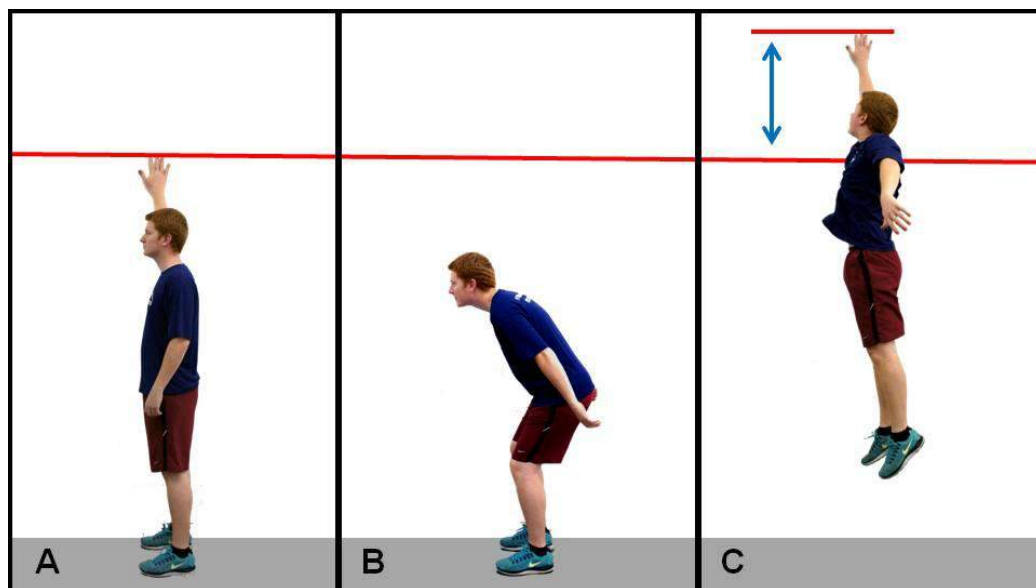


Figura 5. Avaliação da habilidade do salto.

(A) Atleta realiza o alcance máximo; (B) Atleta posicionado com flexão de joelho em preparação para o salto; (C) Atleta realiza salto e marca parede branca com o dedo.

4.6.3. Avaliação da quantidade do salto

A quantidade máxima de saltos foi realizada por dois minutos. O atleta realizou o SCM como feito no treinamento de salto. A quantidade de saltos realizados em até dois minutos foi anotada por um avaliador independente, sendo que o participante não pode permanecer mais de 10 segundos de repouso entre um salto e outro.

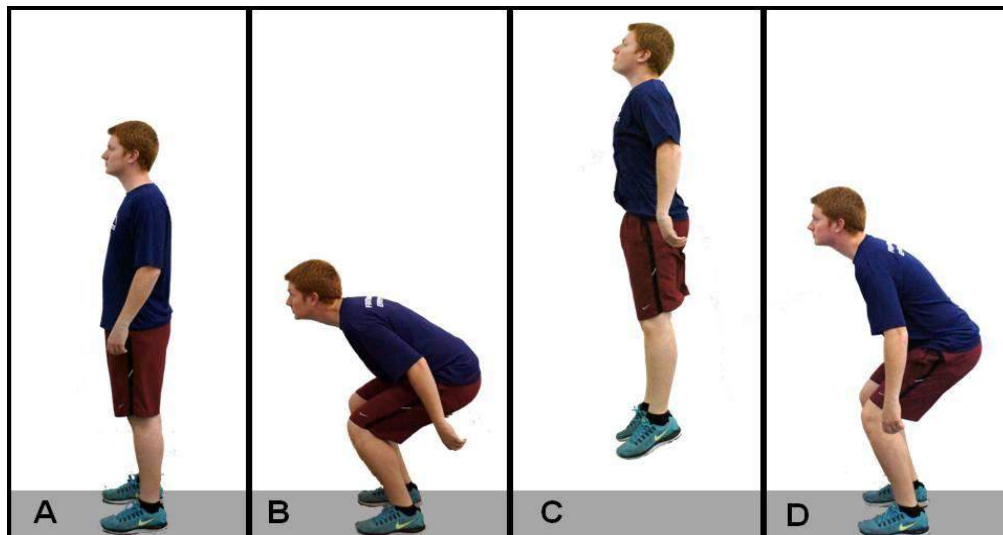


Figura 6. Avaliação da quantidade do salto.

(A) Posição de preparação para o salto; (B) Fase de agachamento do salto; (C) Realização do salto; (D) Fase de aterrissagem do salto.

4.6.4. Impressão global

Os atletas preencheram uma Escala da Percepção do Efeito Global (EPEG) (Costa *et al.*, 2008). A EPEG é uma escala numérica de 11 pontos que varia de -5 ("muito pior") passando por zero ("nenhuma mudança") a +5 ("completamente recuperado"). Para todas as medidas, os atletas foram questionados pela seguinte pergunta: "Como você descreveria seu salto nesses dias?". A maior pontuação indica melhora da condição (Apêndice 4).

4.7. Análise dos dados

O total de 36 atletas foi determinado pelo cálculo do tamanho da amostra designado para detectar diferença de 10 N/Kg no teste de força de extensão de joelho (estimado pelo desvio padrão = 0,5 N/kg). Foi considerado $\alpha=,05$, poder estatístico 80% e perda amostral no acompanhamento de 10%.

Os dados foram encaminhados para o estatístico codificados e com a alocação dos atletas blindada. Portanto, o estatístico era cego. Para comparar os grupos e

avaliações quanto as variáveis: força muscular dominante, força muscular não dominante, efeito global percebido, habilidade do salto e frequência de salto, empregou-se o método Anova com medidas repetidas e o método comparações múltiplas de Bonferroni. Foi utilizado o princípio da intenção de tratar. Para todas as análises estatísticas o nível de significância foi de 5% e o programa IBM SPSS Statistics versão 20 para Windows (IBM Corporation, Armonk, New York) foi utilizado.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Um total de 84 atletas foi registrado no processo de seleção do estudo (Figura 7). Destes, 48 não foram incluídos: 10 não quiseram participar do estudo e 38 não estavam dentro do critério de elegibilidade (17 estavam fora da idade de seleção do estudo e 21 apresentavam lesões musculoesqueléticas em membros inferiores que poderiam interferir nos resultados da pesquisa). Portanto, foram incluídos 36 atletas interessados em participar do programa de treinamento de salto que foram divididos em grupo controle (n= 12; média de idade = 17,7 anos, DP= 0,6), grupo estimulação elétrica (n=12; média de idade de 17,7 anos, DP= 0,5) e grupo fototerapia (n = 12; média de idade = 17,7 anos, DP= 0,7). As características dos atletas na linha de base foram similares entre os grupos e podem ser melhores observadas na Tabela 2.

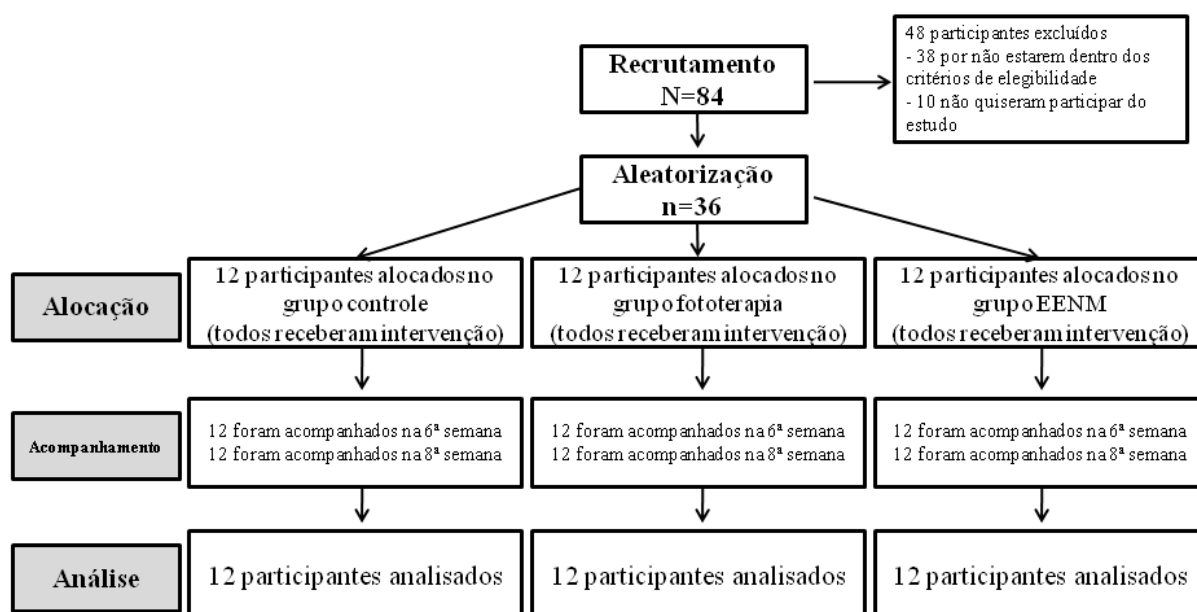


Figura 7. Fluxograma do estudo.

Tabela 2 Características dos participantes na linha de base *

Variáveis	Grupo controle (n=12)	Grupo Fototerapia (n=12)	Grupo EENM (n=12)
Idade (a)	17,7 ± 0,6	17,7 ± 0,7	17,7 ± 0,5
Massa (Kg)	77,1 ± 8,4	74,1 ± 7,7	72,2 ± 7,4
Altura (m)	1,87 ± 0,1	1,86 ± 0,1	1,83 ± 0,7
IMC (Kg/m ²)	22,0 ± 2,4	21,4 ± 1,4	21,5 ± 1,8
Experiência no esporte (m.)	45,7 ± 17,5	28,6 ± 15,1	40,5 ± 20,7
Carga horária de treino semanal (h)	20 ± 0,0	20 ± 0,0	20 ± 0,0
Função do jogador (%)			
levantador	1 (8,3%)	1 (8,3%)	1 (8,3%)
diagonal/oposto	1 (8,3%)	1 (8,3%)	3 (25%)
ponteiro	5 (41,7%)	4 (33,3%)	6 (50%)
central	3 (25%)	5 (41,7%)	1 (8,3%)
líbero	2 (16,7 %)	1 (8,3%)	1 (8,3%)

* As variáveis categóricas estão expressas em n (%), e as variáveis contínuas estão expressas em média ± DP

EENM estimulação elétrica neuromuscular, IMC índice de massa corporal, DP desvio padrão

Com relação ao aproveitamento das sessões, os atletas de todos os grupos (controle, fototerapia e EENM), realizaram todas as sessões oferecidas, sendo 18 sessões por participante com um total de 648 sessões de treinamento de salto. Além disso, não houve nenhuma perda de atletas nos follow-ups de seis semanas e oito semanas.

A Tabela 3 mostra as médias e desvio-padrão das medidas de força muscular dominante, força muscular não dominante, habilidade do salto, efeito global percebido e quantidade de salto nos diferentes tempos de avaliação (pré-treinamento, pós-treinamento e 8 semanas de acompanhamento).

Tabela 3 As medidas dos resultados obtidos na avaliação inicial (pré-treinamento), pós-treinamento (seis semanas) e em oito semanas de acompanhamento para o grupo controle, fototerapia, e EENM

Medidas	Pré-treino	Pós-treino	8 semanas de acompanhamento
Força membro dominante (N/Kg)			
grupo controle	7,4 ± ,3	8,3 ± ,4	8,1 ± ,4
grupo fototerapia	6,8 ± ,5	8,5 ± ,5	8,5 ± ,5
grupo EENM	6,9 ± ,5	9,1 ± ,4	9,5 ± ,5
Força membro não dominante (N/Kg)			
grupo controle	7,7 ± ,3	8,4 ± ,4	8,3 ± ,5
grupo fototerapia	7,2 ± ,4	9,0 ± ,4	9,7 ± ,4
grupo EENM	7,1 ± ,4	9,8 ± ,3	10,9 ± ,5
Habilidade do salto (cm)			
grupo controle	55,0 ± 1,7	55,6 ± 1,5	56,9 ± 1,6
grupo fototerapia	54,6 ± 2,2	57,6 ± 2,2	55,9 ± 2,5
grupo EENM	54,6 ± 1,6	60,4 ± 1,8	59,3 ± 1,9
Percepção global (-5 a +5)			
grupo controle	0,6 ± ,5	2,5 ± ,2	3,1 ± ,4
grupo fototerapia	1,6 ± ,4	3,0 ± ,4	2,6 ± ,4
grupo EENM	,7 ± ,4	3,5 ± ,3	3,7 ± ,2
Quantidade de salto (n)			
grupo controle	44,3 ± 3,6	45,3 ± 3,3	45,1 ± 3,4
grupo fototerapia	45,1 ± 2,4	43,4 ± 2,9	58,5 ± 2,0
grupo EENM	53,0 ± 1,6	58,5 ± 2,0	58,2 ± 2,1

Todos os resultados estão expressos em média ± DP

EENM estimulação elétrica neuromuscular

5.1. Força muscular dominante

Na comparação entre as avaliações no período pré-treinamento e pós-treinamento os resultados mostraram melhora significativa do Grupo controle, Grupo fototerapia e Grupo EENM com $p=0,001$; $p=0,001$ e $p=0,001$ respectivamente. Na comparação das avaliações no período pré-treinamento e oito semanas de acompanhamento, somente o Grupo fototerapia e EENM mantiveram melhora significativa ($p=0,001$ e $p=0,001$ respectivamente) (Tabela 4).

5.2. Força muscular não dominante

Os resultados mostraram uma melhora significativa do Grupo fototerapia e Grupo EENM, quando comparadas as avaliações no período pré-treinamento e pós-treinamento ($p=0,001$ e $p=0,001$ respectivamente) e pré-treinamento com oito semanas de acompanhamento ($p=0,001$ e $p=0,001$) (Tabela 4). Nas comparações realizadas entre os grupos no segundo momento de avaliação (pós-tratamento) o Grupo EENM mostrou melhores resultados quando comparado com o Grupo controle ($p=0,039$). Nas comparações realizadas no terceiro momento de avaliação (oito semanas de acompanhamento), o Grupo fototerapia e Grupo EENM apresentaram melhora significativa quando comparados com o Grupo controle ($p=0,022$ e $p=0,001$ respectivamente) e o Grupo EENM apresentou resultados superior quando comparado com o grupo Fototerapia ($p=0,036$) (Tabela 5).

5.3. Habilidade do salto

Na comparação entre as avaliações no período pré-treinamento e pós-treinamento, os resultados mostraram melhora significativa do Grupo controle, Grupo fototerapia e Grupo EENM com $p=0,001$; $p=0,002$ e $p=0,001$ respectivamente. Na comparação das avaliações no período pré-treinamento e oito semanas de

acompanhamento, os Grupos Controle, Fototerapia e EENM mantiveram a melhora ($p=0,001$; $p=0,048$ e $p=0,001$) (Tabela 4).

5.4. Impressão global

Na comparação entre as avaliações no período pré-treinamento e pós-treinamento, os resultados mostraram melhora significativa do Grupo Controle, Grupo Fototerapia e Grupo EENM com $p=0,001$; $p=0,006$ e $p=0,001$ respectivamente. Na comparação das avaliações no período pré-treinamento e oito semanas de acompanhamento, apenas os Grupos Controle e EENM mantiveram a melhora ($p=0,001$ e $p=0,001$) (Tabela 4).

5.5. Frequência de salto

O desfecho frequência de salto não demonstrou nenhuma diferença estatisticamente significativa nas comparações realizadas (Tabela 4 e 5).

Tabela 4 Diferenças médias e comparações intra-grupos nos diferentes desfechos e tempos para o grupo controle, fototerapia e EENM

Medidas	Diferença Média (95% IC)		
	Grupo controle (n=12)	Grupo fototerapia (n=12)	Grupo NMES (n=12)
Força membro dominante (N/Kg)			
pré-treino vs. pós-treino	,9 (.3 a 1,5) ^b	1,7 (1,1 a 2,4) ^b	2,5 (1,8 a 3,2) ^a
pré-treino vs. 8 semanas	,7 (.0 a 1,3)	1,8 (1,1 a 2,6) ^b	2,6 (1,7 a 3,6) ^a
pós-treino vs. 8 semanas	2,2 (-,7 a ,3)	,8 (-,4 a ,5)	,2 (-,2 a ,5)
Força membro não dominante (N/Kg)			
pré-treino vs. pós-treino	,5 (0,1 a 1,0)	1,8 (1,2 a 2,5) ^b	2,7 (2,1 a 3,3) ^b
pré-treino vs. 8 semanas	,4 (-,3 a 1,1)	2,4 (1,7 a 3,1) ^b	3,7 (3 a 4,5) ^b
pós-treino vs. 8 semanas	-,1 (-,7 a ,3)	,6 (.2 a 1,0) ^a	1,(,5 a 1,5) ^b
Habilidade do salto (cm)			
pré-treino vs. pós-treino	2,6 (-1,3 a 6,4) ^b	2,9 (1,1 a 4,8) ^a	5,3 (1,7 a 8,9) ^b
pré-treino vs. 8 semanas	,9 (-1,6 a 3,4) ^b	1,3 (-1,1 a 3,7) ^a	4,3 (.1 a 8,5) ^b
pós-treino vs. 8 semanas	-1,6 (-4,6 a 1,4)	-1,7 (-3,5 a ,2)	-,1 (-2,9 a ,9)
Impressão global (-5 to +5)			
pré-treino vs. pós-treino	1,9 (.9 a 3) ^b	1,4 (.5 a 2,3) ^a	2,9 (1,6 a 4,2) ^b
pré-treino vs. 8 semanas	2,5 (1,2 a 3,8) ^b	1 (.1 a 1,9)	3 (1,9 a 4,1) ^b
pós-treino vs. 8 semanas	,6 (-,2 a 1,3)	-,4 (-1,4 a ,5)	,1 (-,5 a ,7)
Frequência de salto (n)			
pré-treino vs. pós-treino	1,3 (-4,9 a 7,4)	-1,7 (-7,9 a 4,5)	6,9 (.9 a 12,9)
pré-treino vs. 8 semanas	,8 (-4,8 a 6,3)	-1,9 (-8,6 a 4,8)	7,7 (1,3 a 14,1)
pós-treino vs. 8 semanas	-,5 (-3,1 a 2,1)	-,3 (-3,7 a 3,2)	,8 (-3,1 a 4,6)

^a Diferença significativa intra-grupo (P<,05)

^b Diferença significativa intra-grupo (P≤,001)

EENM estimulação elétrica neuromuscular; IC intervalo de confiança; VS versus

Tabela 5 Diferença entre os grupos no pós-treino (seis semanas) e no acompanhamento de oito semanas

Outcome	Diferença média (95% IC)		
	Grupo controle vs. Grupo fototerapia	Grupo controle vs. Grupo EENM	Grupo fototerapia vs. Grupo EENM
Força membro dominante (N/Kg)			
pós-treino	,2 (-1,1 a 1,5)	1 (-,3 a 2,3)	,9 (-,4 a 2,3)
8 semanas	,5 (-,8 a 1,8)	1,4 (,1 a 2,7)	,9 (-,4 a 2,3)
Força membro não dominante (N/Kg)			
pós-treino	,7 (-,5 a 1,8)	1,4 (,3 a 2,6) ^a	,8 (-,4 a 1,9)
8 semanas	1,4 (,3 a 2,5) ^a	2,6 (1,5 a 3,7) ^b	1,2 (,8 a 2,3) ^a
Habilidade do salto (cm)			
pós-treino	-1 (-7 a 5,1)	2,7 (-1,7 a 7,2)	4,3 (-5,3 a 13,8)
8 semanas	-1 (-6,3 a 4,2)	3,3 (-1,6 a 8,3)	5,3 (-1,5 a 12)
Impressão global (-5 to +5)			
pós-treino	,5 (-,5 a 1,5)	1,1 (,1 a 2,1)	,6 (-,4 a 1,6)
8 semanas	-,5 (-1,5 a ,5)	,6 (-,4 a 1,6)	1,1 (,1 a 2,1)
Frequência do salto (n)			
pós-treino	-2,1 (-9,1 a 4,9)	2,1 (-9,8 a 14,1)	4,3 (-5,3 a 13,8)
8 semanas	-1,8 (-9,8 a 6,1)	3,4 (-6,2 a 13)	5,3 (-1,5 a 12)

^a Diferença significativa entre os grupos (P<,05)

^b Diferença significativa entre os grupos (P≤,001)

EENM estimulação elétrica neuromuscular; IC intervalo de confiança; vs versus

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Este ensaio clínico controlado aleatorizado teve como objetivo avaliar a adição da fototerapia e da EENM ao treinamento de força muscular e salto em atletas de voleibol nos desfechos de força muscular, habilidade de salto, impressão global e frequência de salto nos acompanhamentos de seis e oito semanas. Os resultados mostraram melhora na força muscular do membro dominante (oito semanas) e não dominante (seis e oito semanas). Porém, para os desfechos habilidade do salto, impressão global e frequência de salto não foram observadas diferenças entre os grupos. Estes resultados mostram que a adição da fototerapia e da EENM ao treinamento de força muscular e salto podem trazer benefícios ao ganho de força muscular.

O treinamento de força muscular e salto foi evidenciado por Villareal *et al.* (2010), em uma revisão sistemática com meta-análise, onde confirmaram que o treinamento pode ser considerado como relevante e de alta importância para atletas treinados, independentemente do nível de condicionamento físico. Os autores mostraram que um volume de treinamento com menos de 10 semanas (com mais de 15 sessões), utilizando altas intensidades (com mais de 40 saltos por sessão) é a estratégia que irá maximizar a probabilidade de obtenção de melhorias no desempenho e que a combinação de treinamento de salto associado aos exercícios de fortalecimento muscular promovem maiores benefícios do que o treinamento de salto realizado de forma isolada. No presente estudo, utilizamos o treinamento de força muscular associado ao treinamento de salto por um período de seis semanas (18 sessões), com realização de 50 saltos por sessão de treinamento e benefícios puderam ser observados no ganho de força muscular em todos os grupos estudados.

Os efeitos da fototerapia no tecido muscular aplicado antes ou após exercícios intensos são principalmente relacionados com a prevenção de danos induzidos pelo

exercício, promoção da recuperação muscular e também aumento da performance (Ferraresi *et al.*, 2012). Os efeitos agudos e crônicos da fototerapia na performance muscular têm sido investigados e mostram resultados negativos (Gorgey *et al.*, 2008; Leal Junior *et al.*, 2009) e positivos (Leal Junior *et al.*, 2008; Junior *et al.*, 2009). Uma recente revisão sistemática com meta-análise sobre a eficácia da fototerapia no desempenho muscular e em marcadores de recuperação pós-exercício mostra que a modalidade promove resultados positivos sobre a performance muscular e acelera a recuperação muscular quando aplicada após o exercício (Leal-Junior *et al.*, 2015). Porém, as conclusões devem ser interpretadas sobre o ponto de vista do efeito imediato da fototerapia, pois a maioria dos estudos analisados mostram os efeitos agudos. Poucos são os estudos que avaliaram o efeito da fototerapia a médio e longo prazo.

FERRAREZI *et al.* (2011) avaliaram os efeitos do LBI sobre o performance muscular no treinamento de força por 12 semanas em homens ativos e observaram que o treinamento de força associado ao LBI (830nm, energia por ponto de 0,6J e energia total de 50,4 J), aplicado sobre o músculo quadríceps, promoveu benefícios no ganho de força muscular avaliado através do teste de uma repetição máxima, diferenças significantes não foram encontradas no pico de torque, entre o grupo irradiado e não irradiado, avaliado através da dinamometria isocinética. VIEIRA *et al.* (2012) observaram que o treinamento de resistência por nove semanas, associado com LBI (808nm, 0,6J de energia por ponto e energia total de 18 J por membro), foi capaz de diminuir a fadiga muscular do membro não dominante, avaliada pelo índice de fadiga dos extensores do joelho por dinamometria isocinética. A força muscular isocinética de extensores de joelho, pelo trabalho total e o índice de fadiga do membro dominante não tiveram diferenças significantes entre o grupo irradiado e não irradiado. No presente estudo, a adição da fototerapia, ao treinamento de força muscular e salto por seis

semanas, promoveu benefícios no ganho de força muscular isométrica no membro dominante e não dominante.

Não existe um consenso sobre os parâmetros e formas de utilização da fototerapia no desempenho muscular. Os estudos com melhores resultados no desempenho esportivo realizaram a fototerapia antes da realização do treinamento físico, com uma energia variando de cinco a seis *joules* por ponto de aplicação de forma perpendicularmente ao tecido muscular irradiado (Leal-Junior *et al.*, 2015). No presente estudo utilizamos a fototerapia (850nm, seis joules de energia por ponto, 36 J por membro e aplicado de forma perpendicular sobre a região do músculo quadríceps), antes da realização do treinamento físico e benefícios foram observados no ganho da força muscular isométrica quando comparado com o grupo que realizou apenas o treinamento de força muscular e salto.

Os efeitos da EENM no ganho de força muscular aplicados durante o exercício são principalmente relacionados às adaptações neurais ocorridas no ganho de força muscular (Hortobágyi and Maffiuletti, 2011). Estudos prévios já relataram benefícios da utilização na EENM no ganho de força muscular e no desempenho do salto em atletas (Maffiuletti *et al.*, 2000; Maffiuletti, N. A. *et al.*, 2002; Malatesta *et al.*, 2003; Maffiuletti *et al.*, 2009). Um dos primeiros estudos foi conduzido por Maffiuletti *et al.* (2000), que observaram melhora no desempenho da força de extensão de joelho e habilidade do salto após treinamento de força associado a EENM (contrações isométricas de quadríceps com joelho a 60°, frequência de 100 Hz e duração de pulso de 400µs) em 10 jogadores de basquete após 4 semanas de treinamento.

MAFFIULETTI *et al.*, (2002) evidenciaram que a estimulação elétrica (isométrica, frequência de 115-120 Hz e 400µs de duração de pulso), sobre extensores de joelho e flexores plantares em contrações isométricas, associada com treinamento de

salto promoveu benefícios na força muscular isométrica de extensores de joelho e na habilidade do salto em 10 jogadores de voleibol. Herrero *et al.* (2006), evidenciaram que a combinação de EENM (53 contrações isométricas de quadríceps, 120 Hz de frequência, 400 μ s e ciclo de trabalho de 10%), por 4 semanas promoveu benefícios no ganho de força muscular e na habilidade do salto em 10 jogadores de voleibol. GULICK *et al.*, (2011) estudaram a eficácia de um programa de treinamento de salto associado ou não a EENM (frequência de 50Hz, duração de pulso de 70 μ s sobre o músculo quadríceps durante a realização do salto). O treinamento de salto juntamente EENM promoveu benefícios na altura do salto em atletas universitários.

Diferenças entre os resultados obtidos e magnitude dos benefícios encontrados podem estar ligados aos parâmetros, formas de utilização da EENM e formas de avaliação do desempenho muscular nas diversas populações (Seyri and Maffiuletti, 2011). No presente estudo utilizamos a EENM (frequência portadora 1KHz, modulada em *Burst* de 2ms, frequência modulada de 70Hz, sobre músculo quadríceps), juntamente com exercícios de CIVM na cadeira extensora e benefícios foram observados no ganho de força muscular isométrica quando comparado com o grupo que realizou apenas o treinamento de força muscular e salto. O fato de que os benefícios observados nesse estudo estejam restritos ao ganho de força muscular podem ser justificados pelo fato de que o grupo muscular estimulado foi o quadríceps femoral, e embora ele tenha um papel fundamental no desempenho do salto, outros grupos musculares como o tríceps-sural apresentam grande influência sobre o desempenho no salto (Finni *et al.*, 2000).

Embora a utilização de agentes eletrofísicos na melhora da performance muscular e esportiva esteja sendo estudada, não encontramos na literatura pesquisada

estudos que comparem o uso da fototerapia e EENM no mesmo grupo de atletas e submetidos a mesmo treinamento. Os resultados do presente estudo mostram que em ambas as modalidades (fototerapia e EENM) podem ser utilizadas, alcançando benefícios relevantes e similares no ganho de força muscular.

A principal limitação do presente estudo foi a impossibilidade do cegamento dos atletas. Mais estudos com alta qualidade metodológica e amostras maiores são necessários para avaliar os efeitos da adição da fototerapia e da estimulação ao treinamento de salto em atletas de voleibol, a curto prazo, médio prazo e longo prazo, levando em consideração o protocolo de exercícios do método, bem como a melhor intensidade, duração, frequência para os exercícios e grupos musculares utilizados na estimulação.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo controlado aleatorizado mostraram que a fototerapia e a EENM promoveram benefícios no ganho de força muscular aos atletas de voleibol. Além disso, os benefícios conseguidos no ganho de força muscular se mantiveram por duas semanas mesmo com a interrupção do treinamento.

REFERÊNCIAS

8. REFERÊNCIAS

BAHR, M. A.; BAHR, R. Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11 943 jumps video recorded during training and matches in young elite volleyball players. **British journal of sports medicine**, p. bjsports-2014-093593, 2014. ISSN 1473-0480.

BALADY, G. J. et al. Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. **Circulation**, v. 97, n. 22, p. 2283-93, Jun 9 1998. ISSN 0009-7322 (Print)

0009-7322 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9631884> >.

BARONI, B. M. et al. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. **European journal of applied physiology**, v. 110, n. 4, p. 789-796, 2010. ISSN 1439-6319.

BARONI, B. M. et al. Effect of light-emitting diodes therapy (LEDT) on knee extensor muscle fatigue. **Photomedicine and laser surgery**, v. 28, n. 5, p. 653-658, 2010. ISSN 1549-5418.

BAX, L.; STAES, F.; VERHAGEN, A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? **Sports medicine**, v. 35, n. 3, p. 191-212, 2005. ISSN 0112-1642.

BILLOT, M. et al. Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 5, p. 1407-13, May 2010. ISSN 1533-4287 (Electronic)

1064-8011 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20386476> >.

BOHANNON, R. W. Hand-held compared with isokinetic dynamometry for measurement of static knee extension torque (parallel reliability of dynamometers). **Clin Phys Physiol Meas**, v. 11, n. 3, p. 217-22, Aug 1990. ISSN 0143-0815 (Print)

0143-0815 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2245586> >.

BURNS, S. P.; SPANIER, D. E. Break-technique handheld dynamometry: relation between angular velocity and strength measurements. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 7, p. 1420-6, Jul 2005. ISSN 0003-9993 (Print)

0003-9993 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16003675> >.

CANAVAN, P. K.; VESCOVI, J. D. Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 9, p. 1589-93, Sep 2004. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15354042> >.

COSTA, L. O. et al. Clinimetric testing of three self-report outcome measures for low back pain patients in Brazil: which one is the best? **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 33, n. 22, p. 2459-63, Oct 15 2008. ISSN 1528-1159 (Electronic)

0362-2436 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18923324> >.

DE MARCHI, T. et al. Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. **Lasers in medical science**, v. 27, n. 1, p. 231-236, 2012. ISSN 0268-8921.

DE SALLES, P. et al. Validity and Reproducibility of the Sargent Jump Test in the Assessment of Explosive Strength in Soccer Players. 2012. ISSN 1899-7562.

FERRARESI, C. et al. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. **Lasers in medical science**, v. 26, n. 3, p. 349-358, 2011. ISSN 0268-8921.

FERRARESI, C.; HAMBLIN, M. R.; PARIZOTTO, N. A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. **Photonics and Lasers in Medicine**, v. 1, n. 4, p. 267-286, 2012. ISSN 2193-0643.

FINNI, T.; KOMI, P. V.; LEPOLA, V. In vivo human triceps surae and quadriceps femoris muscle function in a squat jump and counter movement jump. **European journal of applied physiology**, v. 83, n. 4-5, p. 416-426, 2000. ISSN 1439-6319.

GIROLD, S. et al. Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 2, p. 497-505, Feb 2012. ISSN 1533-4287 (Electronic)

1064-8011 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22233789> >.

GORGEY, A. S.; WADEE, A. N.; SOBHI, N. N. The effect of low-level laser therapy on electrically induced muscle fatigue: a pilot study. **Photomedicine and laser surgery**, v. 26, n. 5, p. 501-506, 2008. ISSN 1549-5418.

GULICK, D. T. et al. Effect of patterned electrical neuromuscular stimulation on vertical jump in collegiate athletes. **Sports Health**, v. 3, n. 2, p. 152-7, Mar 2011. ISSN 1941-0921 (Electronic)

1941-0921 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23016002> >.

HARMAN, E. A. et al. Estimation of human power output from vertical jump. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 5, n. 3, p. 116-120, 1991. ISSN 1064-8011.

HERRERO, J.; IZQUIERDO, M. Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. **studies**, v. 18, p. 29, 2006.

HORTOBÁGYI, T.; MAFFIULETTI, N. A. Neural adaptations to electrical stimulation strength training. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 10, p. 2439-2449, 2011. ISSN 1439-6319.

JUNIOR, E. C. P. L. et al. Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. **Lasers in medical science**, v. 24, n. 3, p. 425-431, 2009. ISSN 0268-8921.

LEAL-JUNIOR, E. C. P. et al. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers in medical science**, p. 1-15, 2013. ISSN 0268-8921.

_____. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers in medical science**, p. 1-15, 2015. ISSN 0268-8921.

LEAL JUNIOR, E. C. P. et al. Comparison between single-diode low-level laser therapy (LLL) and LED multi-diode (cluster) therapy (LEDT) applications before high-intensity exercise. **Photomedicine and laser surgery**, v. 27, n. 4, p. 617-623, 2009. ISSN 1549-5418.

LEAL JUNIOR, E. C. P. et al. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. **Photomedicine and laser surgery**, v. 26, n. 5, p. 419-424, 2008. ISSN 1549-5418.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Feasibility and efficacy of progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 2, p. 677-82, Mar 2009. ISSN 1533-4287 (Electronic)

1064-8011 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19209077> >.

MAFFIULETTI, N. A. et al. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. **Int J Sports Med**, v. 21, n. 6, p. 437-43, Aug 2000. ISSN 0172-4622 (Print)

0172-4622 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10961520> >.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 10, p. 1638-44, Oct 2002. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12370566> >.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, n. 34, p. 1638-44, 2002. ISSN 0195-9131.

MALATESTA, D. et al. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 3, p. 573-579, 2003. ISSN 1064-8011.

MALISOUX, L. et al. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 3, p. 771-779, 2006. ISSN 8750-7587.

MARKOVIC, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. **British journal of sports medicine**, v. 41, n. 6, p. 349-355, 2007. ISSN 1473-0480.

NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, n. 31, p. 323-30, 1999. ISSN 0195-9131.

POTTEIGER, J. A. et al. Muscle Power and Fiber Characteristics Following 8 Weeks of Plyometric Training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 275-279, 1999. ISSN 1064-8011.

SEYRI, K. M.; MAFFIULETTI, N. A. Effect of electromyostimulation training on muscle strength and sports performance. **Strength & Conditioning Journal**, v. 33, n. 1, p. 70-75, 2011. ISSN 1524-1602.

SHEPPARD, J. M. et al. Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 3, p. 758-765, 2008. ISSN 1064-8011.

VISNES, H.; AANDAHL, H. Å.; BAHR, R. Jumper's knee paradox—jumping ability is a risk factor for developing jumper's knee: a 5-year prospective study. **British journal of sports medicine**, p. bjsports-2012-091385, 2012. ISSN 1473-0480.

ZIV, G.; LIDOR, R. Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, n. 4, p. 556-67, Aug 2010. ISSN 1600-0838 (Electronic)

0905-7188 (Linking). Available at: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20459471> >.

NORMAS ADOTADAS

NORMAS ADOTADAS

Descritores em Ciências da Saúde [Internet]. São Paulo: Centro Latino-Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde; [Acesso em 2012 Jul 2]. Disponível no endereço eletrônico: <http://decs.bvs.br/>

Ferreira LM, Goldenberg S, Nahas FX, Barbosa MVJ, Ely PB, Blanes L, Bretos JLG. Orientação Normativa para Elaboração e Apresentação de Teses. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Plástica UNIFESP-EPM. 1.ed. São Paulo:Livraria Médica Paulista Editora, 2008.

ICMJE – International Committee of Medical Journals Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journal. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.icmje.org>.

ABSTRACT

ABSTRACT

Introduction: The jump training is usually done by volleyball players. Phototherapy and neuromuscular electrical stimulation (NMES) are effective resources in improving muscle performance. However, there is little evidence that compares the use of these resources in jump training in volleyball athletes. **Objective:** To evaluate the addition of phototherapy and electrical stimulation to the training of muscle strength and jump in volleyball athletes. **Methods:** Thirty-six athletes were randomly divided into 3 groups (control, phototherapy and EENM). The athletes performed strength training and associated jump or not phototherapy and EENM. The outcomes assessed were: muscular strength, jumping ability, overall effect and jump frequency at baseline and 6 and 8 weeks in follow-ups. **Results:** There were significant differences in muscle strength of the dominant limb with 8 weeks of follow-up in favor of phototherapy group and EENM (difference between means = 1.7, 95% CI 1.1 to 2.4 and difference between means = 2.5; 95% CI 1.8 to 3.2 respectively) and significant difference in muscle strength of the non-dominant limb in favor of phototherapy and EENM group in the 6-week follow-ups (difference between means = 1.8, 95 1.1 to 2.6% and difference between means = 2.6, 95% CI 1.7 to 3.6 respectively) and 8 weeks (difference between the average of 2.4, 95% CI 1.7 to 3 , and one difference between the average of 3.7, 95% CI 3 to 4.5, respectively). The same effects were not observed in other outcomes. **Conclusion:** Phototherapy and EENM promote beneficial effect on muscular strength gain, but these effects were not seen in the jump performance outcomes.

APÊNDICE 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO PAULO - UNIFESP/
HOSPITAL SÃO PAULO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: LASER DE BAIXA INTENSIDADE E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA FORÇA DE EXTENSÃO DE JOELHO E NO SALTO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO CONTROLADO ALEATORIZADO.

Pesquisador: Ronaldo Alves da Cunha

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 22338113.9.0000.5505

Instituição Proponente: Departamento de Ortopedia e Traumatologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 457.948

Data da Relatoria: 11/10/2013

Apresentação do Projeto:

Introdução: A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) e a laserterapia de baixa intensidade (LBI) são utilizados após lesões esportivas ou em pós-operatório é usada na tentativa de melhorar o recrutamento das unidades motoras e aumentar a força muscular. Nos últimos anos a EENM e a LBI têm sido utilizados como um agente terapêutico na reabilitação ou como um suplemento convencional na rotina de atividades de atletas.

OBJETIVO do estudo presente: Avaliar o a adição do LBI e da EENM ao treinamento de salto na força de extensão de joelho e no salto em atletas de voleibol.

METODOLOGIA: Critério de Inclusão:

Serão considerados elegíveis para participar do estudo, indivíduos saudáveis entre 15 e 18 anos de idade que não tiveram lesão nos membros inferiores nos últimos seis meses do momento da inclusão no estudo; que apresentem liberação médica para a prática de atividade física de alta intensidade; e que estejam dispostos a participar de um programa de treinamento de saltos.

Os participantes serão aleatorizados em três grupos: grupo controle (GC), grupo Estimulação Elétrica Neuromuscular (GEENM) e grupo Laserterapia de Baixa Intensidade (GLBI). Todos os grupos

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

Bairro: VILA CLEMENTINO

CEP: 04.023-051

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)5539-7162

Fax: (11)5571-1052

E-mail: cepunifesp@unifesp.br

Continuação do Parecer: 457.048

realizarão um programa de treinamento de força e pilometria com duração de seis semanas. Em adição ao treinamento, o grupo GEENM receberá o acréscimo de Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) no músculo quadríceps e o GLBI receberá

aplicações de laser de baixa Intensidade (LBI) antes do treinamento de força e pilometria, também sob o músculo quadríceps durante as seis semanas de treinamento. Todos os participantes selecionados passarão por uma avaliação da força muscular de extensores de joelho e uma avaliação do salto. Estas avaliações ocorrerão pré-intervenção, 24 horas após o término do programa de treinamento (seis semanas) e após oito semanas da avaliação inicial. Resultados esperados: Com base na literatura existente é esperado que os indivíduos que receberão a EENM e a LBI tenham uma maior na força muscular de extensão de joelho e um melhor desempenho do salto do que os indivíduos que apenas realizaram o treinamento ou não realizaram nenhum tipo de intervenção.

Objetivo da Pesquisa:

Avallar o a adição do laser de baixa intensidade e da estimulação elétrica neuromuscular ao treinamento de salto na força de extensão de joelho e no salto em atletas de vôleibol.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não haverá riscos de lesão, somente dor ou desconforto muscular, visto que essa é uma atividade semelhante àquela realizadas durante o treinamento habitual dos atletas e os recursos utilizado são de uso comum na reabilitação e consagrados na literatura.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Translacional da Universidade Federal de São Paulo do aluno RONALDO ALVES DA CUNHA e ORIENTADOR: Prof. Dr. MOISÉS COHEN do DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA DA UNIFESP.

Estudo prospectivo, controlado, aleatorizado e duplo cego que será realizado na cidade de São Paulo, com duração de oito semanas de acompanhamento. Esse estudo será encaminhado para aprovação no Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo e o projeto será registrado em um Comitê Internacional validado pelos critérios estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde e pelo Comitê Internacional dos Editores de Revistas Médicas (ICOMJ, 2011), reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e a divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos obrigatórios apresentados (FOLHA DE ROSTO, PROJETO DE PESQUISA, TCLE e TERMO

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14
Bairro: VILA CLEMENTINO CEP: 04.023-061
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)5539-7162 Fax: (11)5571-1052 E-mail: cepunifesp@unifesp.br

Continuação do Parecer: 467.948

DE ASSENTIMENTO)

Apresentada carta do responsável do CETE/UNIFESP para a realização da pesquisa

Recomendações:

NADA CONSTA

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada Consta

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP informa que a partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios parciais (anualmente), e o relatório final, quando do término do estudo.

SAO PAULO, 14 de Novembro de 2013

Assinador por:
José Osmar Medina Pestana
(Coordenador)

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14
Bairro: VILA CLEMENTINO CEP: 04.023-061
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)5539-7162 Fax: (11)5571-1062 E-mail: cepunifesp@unifesp.br

APÊNDICE 2

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar de um estudo com o título “LASER DE BAIXA INTENSIDADE E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA FORÇA DE EXTENSÃO DE JOELHO E NO SALTO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO CONTROLADO ALEATORIZADO.”, que consiste em uma avaliação força de membros inferiores e salto, um treinamento de força e salto, associado ou não a uma estimulação elétrica muscular ou aplicação de laser, por um período de seis semanas e uma nova avaliação de força muscular e salto após esse período.

O treinamento será realizado em um período de seis semanas, nas dependências da clínica de fisioterapia do Centro de Traumatologia-Ortopedia do Esporte CETE da Universidade Federal de São Paulo, com supervisão dos responsáveis do estudo. O treinamento constará de um exercício muscular em cadeira extensora, associado ou não a uma estimulação elétrica ou aplicação de laser de baixa intensidade sobre o músculo da coxa, e um treinamento com saltos. O objetivo é avaliar se há alguma melhora no performance do salto e da força muscular com o uso da estimulação elétrica ou do laser.

Durante sua participação no estudo não haverá riscos de lesão, somente dor ou desconforto muscular, visto que essa é uma atividade semelhante àquela realizada durante o treinamento. A sua identidade será preservada durante e depois do estudo, pois cada identificação será feita com um número.

Com esse estudo, será possível identificar se a estimulação elétrica muscular ou o laser de baixa intensidade terão bons resultados no ganho de força muscular e no performance do salto.

Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira durante a pesquisa. Você será esclarecido em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se, além de poder retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão de seu responsável. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

A pessoa que realizará este estudo é um fisioterapeuta formado, Ronaldo Alves da Cunha e. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) localizado na Rua Botucatu, nº 572 – 1º andar – cj 14, telefone para contato: 5571-1062, FAX: 5539-7162, e-mail: cepunifesp@unifesp.br.

A sua privacidade será mantida através da não identificação do nome. É importante que o você saiba que poderá se retirar da participação do estudo a qualquer momento sem prejuízo ou penalidade. O pesquisador responsável assim como você deverá assinar esse documento e cada um será portador de uma cópia.

Agradecemos a participação e a sua colaboração.

CONTATO DO RESPONSÁVEL DO ESTUDO:

Ronaldo Alves da Cunha; (11) 998711923; ronaldoalvesdacunha@yahoo.com.br

Endereço: Rua Estado de Israel, 638, Vila Clementino – São Paulo – SP.

TERMO DE ASSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo as medições dos experimentos/procedimento que serão feitas, e que fui informado que posso retirar-me do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso do responsável: _____

Assinatura do participante do estudo: _____ Local: _____ Data: _____

Assinatura do responsável: _____

Local: _____ Data: _____

Assinatura do Responsável pelo Estudo: _____

Local: _____ Data: _____

APÊNDICE 3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) seu(a) filho(a)/dependente está sendo convidado a participar de um estudo intitulado “LASER DE BAIXA INTENSIDADE E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA FORÇA DE EXTENSÃO DE JOELHO E NO SALTO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO CONTROLADO ALEATORIZADO.”, que consiste em uma avaliação força de membros inferiores e salto, um treinamento de força e salto, associado ou não a uma estimulação elétrica muscular ou aplicação de laser, por um período de seis semanas e uma nova avaliação de força muscular e salto após esse período.

O treinamento será realizado em um período de seis semanas, nas dependências da clínica de fisioterapia do Centro de Traumatologia-Ortopedia do Esporte CETE da Universidade Federal de São Paulo, com supervisão dos responsáveis do estudo. O treinamento constará de um exercício muscular em cadeira extensora, associado ou não a uma estimulação elétrica ou aplicação de laser de baixa intensidade sobre o músculo da coxa, e um treinamento com saltos. O objetivo é avaliar se há alguma melhora no performance do salto e da força muscular com o uso da estimulação elétrica ou do laser.

Durante a participação de seu filho(a)/dependente no estudo não haverá riscos de lesão, somente dor ou desconforto muscular, visto que essa é uma atividade semelhante àquela realizada durante o treinamento. A identidade do seu responsável será preservada durante e depois do estudo, pois cada identificação será feita com um número.

Com esse estudo, será possível identificar se a estimulação elétrica muscular ou o laser de baixa intensidade terão bons resultados no ganho de força muscular e no performance do salto.

Seu filho(a)/dependente não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira durante a pesquisa. Vocês serão esclarecidos em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se, além de poder retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Seu filho(a)/dependente não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras. Apesar disso, vocês tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que indique a participação do seu filho(a)/dependente não será liberado sem a permissão de seu responsável. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

A pessoa que realizará este estudo é um fisioterapeuta formado, Ronaldo Alves da Cunha e. Se o senhor (a) tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) localizado na Rua Botucatu, nº 572 – 1º

andar – cj 14, telefone para contato: 5571-1062, FAX: 5539-7162, e-mail: cepunifesp@unifesp.br.

A sua privacidade e de seu filho(a)/dependente serão mantidas através da não-identificação do nome. É importante que o senhor saiba que poderá se retirar da participação do estudo a qualquer momento sem prejuízo ou penalidade. O pesquisador responsável assim como o senhor deverão assinar esse documento e cada um será portador de uma cópia. Agradecemos a participação e a sua colaboração.

CONTATO DO RESPONSÁVEL DO ESTUDO:

Ronaldo Alves da Cunha; (11) 998711923; ronaldoalvesdacunha@yahoo.com.br

Endereço: Rua Estado de Israel, 638, Vila Clementino – São Paulo – SP.

TERMO DE CONSENTIMENTO

<p>Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a respeito do meu(minha) filho(a)/dependente serão sigilosos. Eu compreendo as medições dos experimentos/procedimento que serão feitas em meu(minha) filho(a)/dependente, e que fui informado que posso retirar meu filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento.</p>

Nome por extenso do responsável: _____

Nome do participante do estudo: _____

Assinatura do responsável: _____

Local: _____ Data: _____

Assinatura do Responsável pelo Estudo: _____

Local: _____ Data: _____

APÊNDICE 4

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO EFEITO GLOBAL

Nome do atleta: _____

Data avaliação ____/____/____

Como você descreveria seu salto nesses dias?

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
extremamente pior		sem modificação					Muito melhor			

FONTES CONSULTADAS

FONTES CONSULTADAS

Hochman B, Nahas FX, Oliveira Filho RS, Ferreira LM. Desenhos de Pesquisa. Acta Cir Bras [serial online] 2005;20 Suppl. 2:02-9.

Nahas FX, Ferreira LM. A arte de redigir um trabalho científico [online]. Acta Cir Bras. 2005;20(2):17-8.

SCHULZ, K. F. et al. CONSORT 2010 changes and testing blindness in RCTs. The Lancet, v. 375, n. 9721, p. 1144-1146, 2010. ISSN 0140-6736.