UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

ADRIANE AVER VANIN

LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA FADIGA MUSCULAR E RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO: QUAL A DOSE IDEAL?

SÃO PAULO, SP
2013

ADRIANE AVER VANIN

LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA FADIGA MUSCULAR E RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO: QUAL A DOSE IDEAL?

Dissertação apresentada à Universidade Nove de Julho, para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Ernesto Cesar Pinto Leal Junior

SÃO PAULO, SP

2013

Vanin, Adriane Aver.
Laserterapia de baixa potência na fadiga muscular e recuperação muscular pós-exercício: qual a dose ideal? ./ Adriane Aver Vanin. 2013.
74f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2013.
Orientador (a): Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior.

1. Laserterapia de baixa potência. 2. Fadiga muscular. 3. Recuperação muscular.
2. I. Leal Junior, Ernesto Cesar Pinto. II. Titulo

CDU 615.8

São Paulo, 12 de dezembro de 2013.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): ADRIANE AVER VANIN

Título da Dissertação: "Laserterapia de baixa potência na fadiga muscular e recuperação muscular pós-exercício: Qual a dose ideal?"

Presidente: PROF. DR. ERNESTO CESAR PINTO LEAL JUNIOR _____

Membro: PROFA. DRA. RAQUEL APARECIDA CASAROTTO _____

Membro: PROF. DR. PAULO DE TARSO CAMILO DE CARVALHO _____

DEDICATÓRIA

Dedico estes dois anos de trabalho à distância, às muitas saudades, à superação, ao conhecimento, aos obstáculos que me fizeram crescer.

Aos meus pais, **Juarez e Cleonice**, que sempre estiveram ao meu lado e me ensinaram a andar com minhas próprias pernas, amparando de perto mesmo que distantes fisicamente.

Aos meus irmãos, **Aline e Eduardo**, amigos da vida inteira, que admiro e me orgulho a cada dia.

Ao meu namorado, **Hygor**, meu amor, amigo, companheiro que esteve ao meu lado nas horas mais difíceis, sempre confiante, otimista e seguro. Obrigado por confiar que tudo daria certo e me encorajar a fazer tudo acontecer.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador **Prof Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior** pela oportunidade, amizade, ensinamentos e confiança. É com muita admiração que agradeço toda sua disponibilidade, empenho e dedicação neste trabalho.

Ao pesquisador **Thiago De Marchi** pelo auxílio na realização da pesquisa. Obrigada por abrir as portas do seu laboratório e disponibilizar seu tempo e conhecimento na realização do projeto.

Ao **Prof Dr. Paulo de Tarso Camillo de Carvalho** pelas contribuições realizadas a este trabalho durante o exame de qualificação.

À colega e amiga **Fernanda Collela Antonialli** pela ajuda, disponibilidade, paciência e incentivo. Realmente somos uma equipe.

Aos colegas e amigos do **Levitas** por entenderem a falta de tempo e a correria do dia-a-dia.

A **Alvina e Orlando**, pelos cuidados, preocupações e incentivo. Obrigada por me tratarem como uma filha e me darem suporte, estímulo e conselhos valiosos.

Às minhas amigas irmãs, **Alessandra e Marina,** pelos bons momentos, pela amizade verdadeira, e por nada mudar apesar da distância. Também aos amigos, **Rodrigo e Marcelo** e ao recém chegado **Lorenzo**, pelas alegrias, risadas e principalmente pelo companheirismo de sempre. Não me sinto sozinha, apesar das saudades.

À **Universidade Nove de Julho** pela infraestrutura e por acreditar na importância da pesquisa através do incentivo acadêmico.

À **FAPESP** pelo incentivo à pesquisa, suporte financeiro e por acreditar no potencial deste estudo.

RESUMO

A fadiga muscular e a recuperação muscular pós-exercício são áreas recentes de pesquisa envolvendo Laserterapia de Baixa Potência (LBP). Estudos recentes tem demonstrado resultados positivos na melhora da performance muscular e diminuição dos níveis dos marcadores bioquímicos relacionados a recuperação muscular quando essa terapia foi aplicada previamente ao exercício. Com esses fatores em mente, esta pesquisa teve como objetivos: avaliar os efeitos em longo prazo da LBP na recuperação musculoesquelética pós-exercício e identificar a dose de aplicação ideal da LBP. Para isso, foram recrutados 28 atletas de futebol de alto rendimento. Foram analisados parâmetros relativos ao desempenho físico dos voluntários (pico de torque / contração voluntária máxima - CVM), dor muscular tardia (DMT), e marcador bioquímico de dano muscular (CK) e de inflamação (IL-6). As análises foram realizadas previamente aos protocolos de exercício, após 1 minuto, e após 1, 24, 48, 72 e 96 horas do término do protocolo. A LBP foi aplicada após o teste de CVM realizada antes do protocolo de exercício com um cluster de 5 diodos nas doses de 2 J, 6 J, 10 J ou placebo (200mW, 810 nm) em seis locais do quadríceps. A LBP aumentou o pico de torque (CVM) imediatamente após o exercício até 24 horas com a dose de 10J, e de 24 a 96 horas com a dose de 2 J ($p<0,05$). As duas doses diminuíram os níveis de CK e IL-6 ($p<0,05$), com melhores resultados para 10J. Entretanto, a LBP não teve efeitos na diminuição da DMT. A laserterapia aplicada previamente ao exercício, principalmente com a dose de 10J, aumenta significantemente a performance e melhora os níveis dos marcadores bioquímicos de dano muscular e inflamação.

Palavras-chave: Laserterapia de baixa potência, fadiga muscular, recuperação muscular, parâmetros da fototerapia, exercício.

ABSTRACT

Skeletal muscle fatigue and recovery is a recent topics of research in Low-Level Laser Therapy (LLLT). Recent studies have shown positive results in enhancement of skeletal muscle performance and improvement of biochemical markers related to skeletal muscle recovery when this therapy was applied before exercise. With these factors in mind, the aims of this project are: evaluating the long-term effects of LLLT in post-exercise skeletal muscle recovery and identifying the optimal dose of LLLT. Twenty-eight high-level soccer athletes were recruited. We analyzed parameters related to the volunteers' exercise performance (torque peak / maximum voluntary contraction – MVC), delayed onset muscle soreness (DOMS), and biochemical markers of muscle damage (CK) and inflammation (IL-6). The analyses were performed before exercise protocol, after 1 minute, and 1, 24, 48, 72 and 96 hours after the end of the exercise protocol. The LBP was applied after the MVC test performed before the exercise protocol with a cluster of 5 diodes in doses of 2 J, 6 J, 10 J or placebo (200mW, 810 nm) at six sites of the quadriceps. The LBP increased peak torque (MVC) immediately after the exercise and 24 hours at a dose of 10 J and 24 to 96 hours at a dose of 2 J ($p < 0.05$). Both doses decreased CK levels and IL-6 ($p < 0.05$), with better results for 10J. However, the LBP had no effect on the reduction of DOMS. The laser treatment applied prior to exercise, especially at a dose of 10J, significantly increases the performance and improves the levels of biochemical markers of muscle damage and inflammation.

Key words: Low level laser therapy, skeletal muscle fatigue, skeletal muscle recovery, phototherapy parameters, exercise.

SUMÁRIO

1 **Contextualização** 09

2 **Objetivos**..... 14

3 **Materiais e Métodos**..... 15

3.1 Sujeitos..... 15
3.2 Critérios de inclusão e exclusão..... 15
3.3 Randomização..... 16
3.4 Procedimentos..... 16
3.4.1 Alongamento e aquecimento..... 16
3.4.2 Teste de função muscular..... 17
3.4.3 Laserterapia de baixa potência (LBP) 18
3.4.4 Protocolo de contrações excêntricas..... 19
3.4.5 Amostras sanguíneas..... 20
3.4.6 Mensuração da dor muscular tardia..... 21
3.5 Fluxograma..... 22
3.6 Análise Estatística..... 22

4 **Resultados**..... 23
4.1 Artigo submetido à publicação..... 23

5 **Considerações finais**..... 24

6 **Referências Bibliográficas**..... 25

APÊNDICE 1 (artigo submetido à publicação)..... 32

APÊNDICE 2 (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).......... 70

ANEXO 1 (Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa)..... 74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração dos pontos de aplicação da LBP

Figura 2: Aplicação do LBP na musculatura extensora do joelho não-dominante.

Figura 3: Protocolo de exercício de contração excêntrica

Figura 4: Fluxograma representando a metodologia do estudo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CVM: Contração Voluntária Máxima

IL-6: interleucina 6

IL-1β: interleucina 1 beta

TNF-α: fator de necrose tumoral alfa

CK: creatina quinase

EVA: escala visual analógica

DMT: dor muscular tardia

LBT: Laser de baixa potência

Laser: Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (*light amplification by stimulated emission of radiation)*

LED: diodo emissor de luz (*light emitting diodes)*

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

CNS: Conselho Nacional de Saúde

2J: 2 Joules de energia

6J: 6 Joules de energia

10J: 10 Joules de energia

rpm: rotações por minuto

nm: nanômetros

mW: miliwatts

$°.seg^{-1}$: graus por segundo

ml: mililitros

°C: graus Celsius

ANOVA: Análise de Variância

1. Contextualização

A fadiga muscular é resultante de contrações repetitivas e em máximo esforço, caracterizada por diminuição da produção de força muscular voluntária, redução na velocidade de contração e diminuição no tempo de resposta de contração e relaxamento muscular (Allen, 2004; Green, 1997). Neste cenário, os músculos usados apresentam um declínio progressivo de performance ou apresentam incapacidade de continuar certa atividade na mesma intensidade. Esses sinais podem ser recuperados após um período de descanso, sendo a fadiga totalmente reversível em um tempo relativamente curto (Allen et al., 2008).

As causas da fadiga não são bem compreendidas, porém sabe-se que dependem do tipo e da intensidade do exercício, os grupos musculares envolvidos, e o meio ambiente em que a atividade é realizada (Hunter et al., 2004; Allen, 2004).

Como o processo de fadiga envolve tanto fatores periféricos como centrais, pode-se definir que a fadiga periférica envolve alterações na produção de força que ocorre na junção neuromuscular. Já a fadiga central se refere a processos mais proximais, e pode ser definida como falha progressiva na contração voluntária do músculo; essa ocorre em níveis acima dos neurônios motores corticais (Fernandez-Del-Olmo et al., 2013).

Fernandez-Del-Olmo et al. (2013) analisaram os efeitos da fadiga periférica e central nos extensores de joelho após o teste de Wingate, e concluíram que a diminuição do torque se deu devido a componentes tanto centrais como periféricos, sendo os centrais os principais causadores da diminuição do torque na contração voluntária máxima (CVM). Hunter et al. (2004) afirmam que a fadiga muscular pode ser considerada neural ou muscular, mas viu-se que muitos mecanismos neurais estão envolvidos nesse processo.

Quando a atividade é muito intensa, principalmente em contrações que envolvem alongamento do músculo durante a contração, a chamada contração excêntrica, o dano muscular é comumente causado (Allen, 2004, Allen et al., 2008).

O dano muscular ocorre devido ao estímulo mecânico imposto pelo exercício, e é caracterizado por microlesões no músculo treinado. Essa lesão pode acarretar anormalidades estruturais no músculo, dano na membrana, como perda de enzimas como a creatina quinase (CK), e processos inflamatórios, por meio da liberação de citocinas inflamatórias e pela infiltração de células fagocitárias. Além disso, há perda de força muscular, amplitude de movimento e dor (Allen et al., 2008; Peake et al., 2005, Paulsen et al., 2012). Se o dano for extremo, também nota-se ativação de células satélites a fim de reparar o tecido (Kadi et al., 2005, Allen et al., 2008).

O melhor indicativo de dano muscular é a queda de produção de força (Waren, Lowe and Armstrong,1999; Paulsen et al., 2012); porém, além disso, utilizam-se diversos marcadores indiretos de dano, como a creatina quinase, e marcadores inflamatórios, como a interleucina-6, interleucina-1β e fator de necrose tumoral-α. A creatina quinase está presente no organismo e intervém no processo de produção de energia muscular por meio da fosfocreatina e tem seus níveis séricos aumentados associados a dano celular, ruptura de células musculares ou doenças, sendo um importante indicador de dano tecidual (Baird et al., 2012).

A liberação sistêmica de citocinas e leucócitos acompanha a resposta inflamatória, e esses podem ser diferentes dependendo do tipo de exercício realizado, repetições prévias do mesmo exercício, idade e gênero (Peake et al., 2005; Yamin et al., 2008). Yamin et al. (2008) encontraram relação entre alelos da IL-6 e a produção sistêmica de CK após o exercício excêntrico intenso. A IL-6, por sua vez, é um importante mediador de liberação de outras citocinas, como a IL-1β e TNF-α, e atua indiretamente para restringir o processo inflamatório causado pelo exercício.

O aumento dos níveis plasmáticos de CK é considerado um bom indicador de dano muscular, porém não está relacionado com a sua magnitude (Hody et al, 2013), assim como a dor muscular tardia (Nosaka et al., 2002). O pico de CK pode ser detectado quatro dias após o exercício (Nosaka et al., 2002), porém Hody et al. (2013) detectou variabilidade significativa um dia após o exercício excêntrico.

Hody e colaboradores (2013) investigaram a correlação de marcadores indiretos de dano muscular com a diminuição da performance muscular. Para

isso, os voluntários foram submetidos a um protocolo de contrações excêntricas máximas e a dor muscular tardia foi analisada por meio da escala visual analógica (EVA), bem como a diminuição da amplitude muscular e os níveis plasmáticos de creatina quinase. Os autores concluíram que há correlação entre os níveis de CK e rigidez muscular com o declínio na performance muscular enquanto que o contrário foi encontrado para a dor muscular tardia, ou seja, não foi encontrada nenhuma correlação entre a dor muscular tardia (DMT) e os parâmetros de fadiga muscular ou outros marcadores indiretos de dano muscular.

Apesar disso, muitos autores ainda consideram a DMT um dos sinais mais frequentes de dano muscular e a utilizam como marcador indireto de dano (Baird et al., 2011; Paulsen et al., 2012). A DTM é caracterizada por dor que aparece 24h após a realização do exercício intenso, com pico após 1-3 dias, desaparecendo após 7-10 dias (Nosaka et al., 2002).

A dor muscular tardia aparece após a execução de atividades extenuantes, e geralmente é medida por meio de escala visual de dor (EVA), palpação (Nosaka et al., 2002), questionários ou algometria. A algometria é um método validado, que também demonstrou confiabilidade quando realizadas medidas repetidas e em dias consecutivos (Nussbaum and Downes, 1998).

O método mais fidedigno para avaliar a força muscular e suas variáveis é a dinamometria isocinética. Esse método é amplamente utilizado na avaliação da força muscular tanto na intervenção clínica e na reabilitação como na pesquisa, e demonstra confiabilidade mesmo quando utilizado em diferentes populações (Tsiros et al., 2011, Flansbjer and Lexell, 2010).

O protocolo de exercícios realizado no dinamômetro isocinético permite padronizar a velocidade de contração e a amplitude de movimento, fornecendo uma medida precisa do trabalho desempenhado na atividade proposta, sendo considerado uma ferramenta interessante para investigar performance muscular (Hody et al, 2013), e até em protocolos para indução da fadiga muscular (Saenz et al., 2010).

A recuperação muscular acelerada e o aumento de performance física por meio do retardo do aparecimento da fadiga são tópicos importantes de investigação e merecem atenção quando se pensa em esportes de alto rendimento e em recordes esportivos. Muitos métodos buscam a recuperação

muscular e a melhora do desempenho, principalmente no meio esportivo, porém não há muitas evidências científicas comprovadas. Dentre várias técnicas, as mais difundidas são o aquecimento pré-atividade (Neiva et al., 2013; Bishop, 2003), a crioterapia (White and Wells, 2013; Bleakley et al., 2012), o alongamento (Herbert et al., 2011; Torres et al., 2013), a massagem (Haas et al., 2013; Crane et al., 2012), e a compressão pneumática intermitente (Cochrane et al., 2013).

A Laserterapia de Baixa Potência (LBP) também tem demonstrado efeitos positivos como potencializador de performance e no retardo ao aparecimento dos sinais de fadiga muscular (Leal Junior et al. 2008, Leal Junior et al. 2009a, Leal Junior et al. 2009c, Leal Junior et al. 2010a, Leal Junior et al. 2010b, Ferraresi et al., 2011, Vieira et al., 2012; Paolillo et al., 2013, Toma et al., 2013).

Estudos realizados pelo nosso grupo de pesquisa (Leal Junior et al. 2009b, Leal Junior et al. 2009c, Leal Junior et al. 2009d, Leal Junior et al. 2010a, Leal Junior et al. 2010b) demonstraram resultados interessantes na recuperação de marcadores bioquímicos relacionados à recuperação do músculo esquelético, indicando atenuação do dano muscular decorrente do exercício.

A fototerapia vem sendo amplamente utilizada no tratamento de diversas desordens ortopédicas e de condições patológicas. Porém, os mecanismos pelos quais a irradiação a laser atua ainda não estão bem definidos e, além disso, diversos parâmetros vêm sendo utilizados sem que haja a definição de doses, comprimentos de onda, fluência, densidade de potência ótimos para que não resultem em uma eficácia diminuída ou nula (Chung et al., 2012).

A definição da dose terapêutica ótima parece ser o fator mais difícil de estabelecer (Borsa et al., 2013). Isso significa que o laser possui uma janela terapêutica de fotobioestimulação, sendo que doses intermediárias situadas em uma “janela terapêutica” desencadeiam efeitos de estimulação no tecido biológico, enquanto doses abaixo e/ou acima dessa janela não desencadeiam efeito algum (Huang et al. 2009, Chow et al. 2009, Leal Junior et al. 2010a, Chung et al., 2012).

Em uma revisão sistemática realizada por Borsa et al. (2013), em que foram incluídos 10 trabalhos relacionados à fototerapia e à melhora na performance e recuperação pós-exercício, concluiu-se que a fototerapia por Laser ou LED obtiveram resultados positivos na maioria dos estudos.

Leal Junior et al. (2013) analisaram 13 trabalhos relacionados a laser e a desempenho muscular em sua revisão sistemática com meta-análise, e também concluíram que o Laser pode ser uma ferramenta eficaz e não invasiva para o aumento de performance e retardo a fadiga. Dos treze trabalhos apenas um não obteve resultado favorável, o qual se trata de um estudo piloto com amostra de cinco (5) participantes. Além disso, com esse trabalho verificou-se a diversidade de parâmetros utilizados pelos autores e a necessidade de se definir uma janela terapêutica para atingir os resultados favoráveis de bioestimulação.

Esses achados trazem importantes benefícios tanto na reabilitação esportiva quanto para a melhora da performance do atleta, pensando-se na necessidade de uma reabilitação acelerada para retorno ao esporte no caso de lesões e no aumento da performance na prática da atividade esportiva.

2. Objetivos

1. Avaliar os efeitos em longo prazo da LBP na recuperação musculoesquelética pós-exercício; e
2. Identificar a dose de aplicação ideal da LBP sobre a fadiga musculoesquelética e a recuperação musculoesquelética pós-exercício.

3. Materiais e Métodos

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, placebo controlado e duplo-cego. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (Anexo 1).

3.1 Sujeitos

O número de participantes por grupo foi calculado com base em um estudo prévio realizado por nosso grupo de pesquisa (Baroni et al. 2010), no qual foi utilizado um modelo experimental e protocolo de exercício semelhante ao proposto no presente estudo. Para o cálculo amostral, considerou-se o valor de β de 20% e α de 5%.

No estudo utilizado como referência para o cálculo amostral (Baroni et al. 2010), verificou-se que a laserterapia provocou uma recuperação da atividade de Creatina Quinase (CK – marcador de lesão muscular) pós-exercício para 435,95 U/l (desvio padrão de 238,04), enquanto o tratamento placebo elevou a atividade de CK para 1327,58 U/l (desvio padrão de 949,82). O desfecho de Baroni et al. (2010) foi utilizado para o cálculo amostral pelo qual obtivemos como resultado o *n* de 7 voluntários por grupo.

Portanto, foram recrutados para o estudo 28 atletas profissionais de futebol do sexo masculino, participantes de uma mesma equipe esportiva. Optamos por recrutar voluntários de uma mesma equipe esportiva na tentativa de aumentar a padronização da amostra.

Os voluntários foram informados sobre todos os procedimentos do estudo anteriormente a sua realização, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice 2), conforme determina a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo atletas profissionais de futebol com idade entre 18 e 35 anos de idade, do sexo masculino, que não apresentaram

histórico de lesão musculoesquelética nas regiões do quadril e joelho nos dois meses que antecederam o estudo, que não estivessem fazendo uso de agentes farmacológicos e/ou suplementos nutricionais, e que estivessem participando com frequência mínima de 80% dos treinamentos da equipe. Foram excluídos do estudo os atletas que não atendessem aos critérios supra mencionados, atletas que apresentassem lesão musculoesquelética durante a realização do estudo e os atletas que, por qualquer motivo, tenham a sua rotina de treinamentos alterada com relação ao restante da equipe durante a realização do estudo.

3.3 Randomização

Os voluntários foram aleatoriamente alocados em 4 grupos experimentais (de 7 voluntários cada), de acordo com a dose de LBP que fossem receber. A randomização foi realizada por meio de um sorteio simples de lotes (A, B, C ou D), que determinou a dose de LBP que os voluntários dos 4 grupos experimentais do estudo receberam: 2 J (A), 6 J (B), 10 J (C) ou placebo – 0 J (D). A unidade de laser utilizada no estudo emitiu os mesmos sons, independentemente da dose programada. A randomização foi conduzida por um pesquisador participante do estudo, que teve a função de programar a unidade do aparelho de laser de acordo com o resultado da randomização. Esse pesquisador foi instruído a não comunicar a dose de LBP administrada a qualquer um dos voluntários ou aos demais pesquisadores envolvidos no estudo até o seu término. Da mesma maneira, o pesquisador responsável por realizar a aplicação da LBP também não teve conhecimento sobre as doses que estava aplicando nos voluntários.

3.4 Procedimentos

3.4.1 Alongamento e Aquecimento

Os voluntários executaram três séries de 60 segundos de exercício de alongamento ativo da musculatura extensora de joelho do membro inferior não-dominante. Em seguida, realizaram o exercício de aquecimento que consistiu

em pedalar durante 5 minutos em um cicloergômetro (Inbramed®, Porto Alegre – RS, Brasil), a 100 rpm, e sem carga.

3.4.2 Teste de Função Muscular

Optamos por utilizar um dinamômetro isocinético para a avaliação da função muscular e para a execução do protocolo de exercício, pois, atualmente, essa ferramenta é considerada como o método de maior confiabilidade, fidedignidade e reprodutibilidade para mensuração do desempenho musculoesquelético (Brown 2000, Powers e Howley 2007). Imediatamente após os exercícios de alongamento e aquecimento, os voluntários realizaram o teste de contração voluntária máxima - CVM. Os voluntários foram posicionados sentados no assento do dinamômetro isocinético (System 4, Biodex® - EUA) com uma angulação de 100° entre o tronco e o quadril, e a perna não-dominante posicionada a 60° de flexão de joelho (sendo que 0° corresponde à extensão total de joelho) e fixada ao assento do dinamômetro por meio de um cinto. A perna dominante também será posicionada com 100° de flexão de quadril e também será fixada ao assento com um cinto. Os voluntários também serão presos ao assento do dinamômetro por meio de dois cintos cruzando seu tronco. Durante os testes, os voluntários foram instruídos a posicionar seus braços cruzando o tronco, e o eixo do dinamômetro foi posicionado paralelamente ao centro da articulação do joelho. O teste de CVM consistiu na execução de três contrações isométricas de extensores de joelho do membro inferior não-dominante com duração de 5 segundos; o maior valor de torque obtido nas três contrações (pico de torque) foi utilizado para a análise estatística. A escolha desse parâmetro dá-se pelo fato de essa variável refletir a capacidade máxima de geração de força pelo músculo (Brown, 2000; Powers e Howley, 2007). Durante a execução do teste de CVM, os voluntários foram encorajados verbalmente, e as instruções sobre a execução do teste foram fornecidas aos voluntários previamente a sua realização. A escolha desse teste deu-se devido a sua fidedignidade e a sua reprodutibilidade observada em um estudo prévio desenvolvido por nosso grupo de pesquisa (Baroni et al., 2010). O teste de CVM foi realizado também imediatamente após (1 minuto) o protocolo de contrações excêntricas, bem

como 1, 24, 48, 72 e 96 horas após o protocolo de contrações excêntricas, com o objetivo de avaliar a recuperação da força muscular pós-exercício.

3.4.3 Laserterapia de Baixa Potência (LBP)

A LBP foi aplicada 2 minutos após a realização do teste de CVM pré-exercício. Para a aplicação da LBP, foi utilizado um aparelho de laser com um cluster de 5 diodos (810 nm, 200 mW cada diodo) ambos fabricados pela THOR Photomedicine® (Reino Unido). Optamos pela utilização do equipamento manufaturado pela THOR Photomedicine® devido à altíssima qualidade do equipamento e também pelo fato de não existirem empresas nacionais que fabriquem *clusters*, sobretudo com as características que necessitamos para a execução deste projeto. Tendo em vista a extensa área de irradiação empregada no presente estudo, o uso de *clusters* torna-se fundamental para a aplicação da terapia. A aplicação da LBP foi realizada com o *cluster* em contato direto com a pele, em 6 locais distintos da musculatura extensora de joelho do membro inferior não-dominante (2 mediais, 2 laterais, e 2 centrais) conforme ilustrado na figura 1.

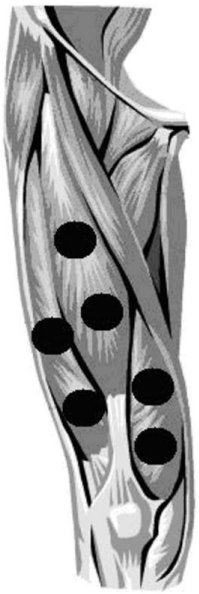

Figura 1: Ilustração dos pontos de aplicação da LBP.

Tendo em vista que o cluster contém 5 diodos e que foram irradiados 6 locais distintos da musculatura extensora do joelho, foram irradiados um total de 30 pontos na referida musculatura (figura 2). De acordo com a randomização, os voluntários dos 4 grupos experimentais receberam LBP com as seguintes doses: 2 J por ponto (10 segundos de irradiação em cada localidade), 60 J de energia total irradiada no músculo (60 segundos de tempo total de irradiação); 6 J por ponto (30 segundos de irradiação em cada localidade), 180 J de energia total irradiada no músculo (180 segundos de tempo total de irradiação); 10 J por ponto (50 segundos de irradiação em cada localidade), 300 J de energia total irradiada no músculo (300 segundos de tempo total de irradiação); ou 0 J, placebo (20 segundos de irradiação em cada localidade, 120 segundos de tempo de irradiação total, porém sem irradiação efetiva).

Figura 2: Aplicação do LBP na musculatura extensora do joelho não-dominante.

O equipamento, os parâmetros e as doses foram definidas a partir do trabalho realizado por Baroni et al. (2010) em que os autores obtiveram resultados significantes utilizando a dose de 6 Joules previamente ao exercício em indivíduos ativos. Diante desses resultados optamos por utilizar uma dose abaixo e uma acima de 6 Joules, sendo estipuladas as doses de 2 e 10 Joules.

3.4.4 Protocolo de Contrações Excêntricas

Exatamente 3 minutos após o término da LBP, os voluntários executaram o protocolo de contrações excêntricas (figura 3). O protocolo consistiu na execução de 75 contrações isocinéticas excêntricas da musculatura extensora de joelho do membro inferior não-dominante (5 séries de 15 repetições, 30 segundos de intervalo entre cada série) com velocidade de $60°.seg^{-1}$ (tanto na fase excêntrica quanto na concêntrica do movimento) com amplitude de movimento de 60° (entre 90° e 30° de flexão de joelho). A

cada contração, o dinamômetro posicionou automaticamente (passivamente) os joelhos dos indivíduos a 30°; após isso, o dinamômetro flexionou os joelhos dos voluntários até atingir 90°. Os voluntários tiveram que resistir ao movimento de flexão de joelho imposto pelo dinamômetro com máxima força. Durante toda a execução do protocolo, os sujeitos foram encorajados verbalmente, e as instruções sobre a realização do protocolo foram fornecidas aos voluntários previamente a sua execução. Apesar da diversidade de protocolos propostos para a execução de exercícios excêntricos em dinamômetros isocinéticos, optamos pela utilização do protocolo mencionado anteriormente, pois em um estudo prévio realizado por nosso grupo de pesquisa (Baroni et al. 2010) este protocolo mostrou-se eficiente e reprodutível na indução dano muscular gerado por exercício.

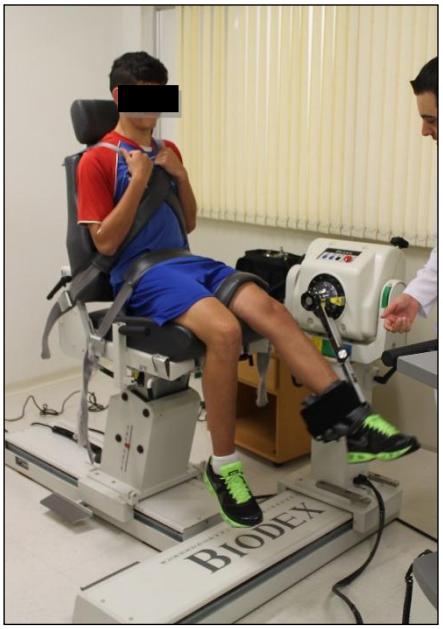

Figura 3: Protocolo de exercício de contração excêntrica.

3.4.5 Amostras Sanguíneas

Foram coletadas amostras sanguíneas (10 ml, através de punção da veia antecubital) previamente ao alongamento e aquecimento, 1 minuto após a execução do protocolo de contrações excêntricas, e também 1, 24, 48, 72, e 96 horas após a execução do protocolo de exercício. As amostras foram coletadas

por uma enfermeira que também não tinha conhecimento sobre a alocação dos voluntários nos 4 grupos experimentais. Uma hora após a obtenção de cada amostra, essas foram centrifugadas a 3000 rpm durante 20 minutos. O soro foi então pipetado e armazenado em tubos (Eppendorf®) a -80°C para posterior análise.

Foram analisadas nas amostras a atividade enzimática de Creatina Quinase (CK) como marcador indireto de dano muscular por espectrofotometria e com uso de kits de reagentes específicos (Labtest®, São Paulo – SP, Brasil), e os níveis de Interleucina-6 (IL-6) como marcador inflamatório pelo método ELISA e com o uso de reagentes específicos (BD, San Diego – CA, EUA).

O pesquisador que realizou as análises bioquímicas não tinha conhecimento da randomização e alocação dos voluntários nos grupos experimentais.

3.4.6 Mensuração da Dor Muscular Tardia

A dor muscular tardia foi avaliada por meio do limiar de pressão da dor, utilizando um algômetro analógico (Baseline® - Itália). As áreas mais sensíveis da musculatura extensora de joelho do membro inferior não-dominante (medial, lateral e central) foram localizadas por meio de palpação por um avaliador que não tinha conhecimento da alocação dos voluntários nos grupos experimentais e demarcada utilizando um marcador dermográfico. Os voluntários foram instruídos a dizer "sim" quando a pressão exercida pelo examinador por meio do algômetro (que foi gradualmente incrementada) tornava-se dolorosa. Foram realizadas três medidas com o algômetro nesses locais demarcados. A média das três medidas para cada uma das três áreas foi utilizada para a análise estatística. Além disso, optamos por utilizar a escala visual analógica (EVA) de 100mm antes de todos os procedimentos como mais uma ferramenta de avaliação de dor. As avaliações foram realizadas previamente ao alongamento e aquecimento, 1 minuto após a execução do protocolo de contrações excêntricas, e também 1, 24, 48, 72, e 96 horas após a execução do protocolo.

3.5 Fluxograma

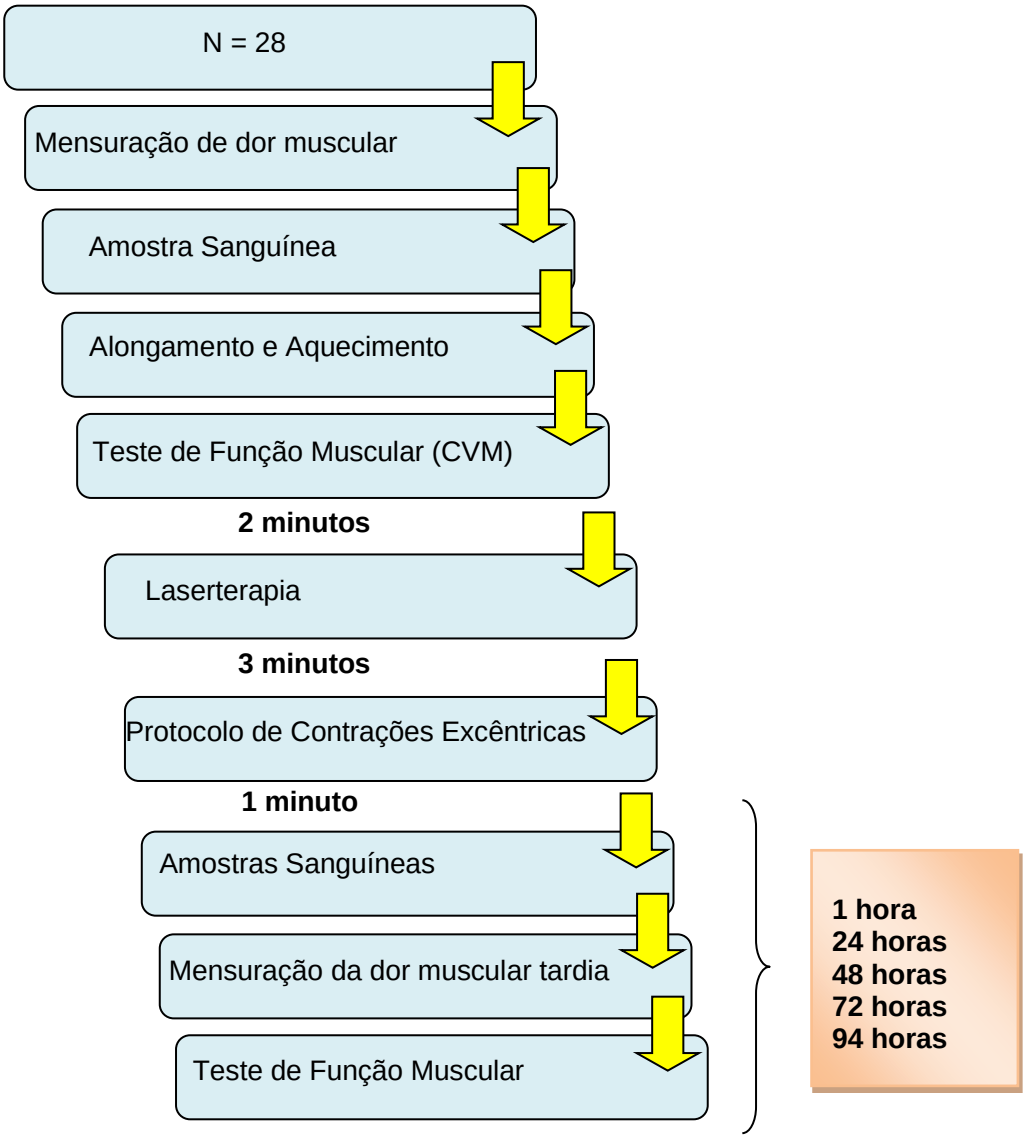

Figura 4: Fluxograma representando a metodologia do estudo.

3.6 Análise estatística

Os dados foram descritos em valores médios com os respectivos desvios padrão. Esses foram analisados tanto em seus valores absolutos quanto com relação a sua variação em percentual a partir dos valores obtidos nas avaliações pré-exercício. Os resultados foram submetidos a análise por meio do teste de ANOVA com *post hoc* de Tukey-Kramer para múltiplas

comparações. Valores de $p<0,05$ foram considerados estatisticamente significantes.

4. Resultados

4.1 Artigo submetido à publicação (Apêndice 1)

Vanin, A.A., De Marchi, T.; Tomazoni, S.S.; Carvalho, P.T.C.; Bjordal, J.M.; Leal-Junior, E.C. Low-level laser therapy (810 nm) in skeletal muscle performance and post- exercise recovery: What is the optimal dose? **Submetido ao Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**

Os resultados descritos no estudo sugerem a eficácia do laser de baixa potência aplicado previamente ao exercício no aumento da performance e melhora dos níveis dos marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular e inflamação.

5. Considerações Finais

A laserterapia de baixa potência aplicada previamente ao exercício aumenta a performance significantemente e melhora os níveis dos marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular e à inflamação. Os melhores resultados foram observados nas doses de 2 e 10 Joules, sendo mais significativas nos grupos em que foram aplicados 10J.

6. Referências Bibliográficas

1. Allen DG, Lamb GD, and Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol rev* 88: 287–332, 2008.

2. Allen DG. Skeletal muscle function: role of ionic changes in fatigue, damage and disease. Clinical and experimental pharmacology and physiology, vol. 31, 485-493, 2004.

3. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. J Nutr Metab. 2012:960363, 2012.

4. Baroni BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. Eur J Appl Physiol 110: 789-96, 2010.

5. Bishop D. Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. Sports Med. 33(7):483-98, 2003.

6. Bleakley C, McDonough S, Gardner E, Baxter GD, Hopkins JT, Davison GW. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. Feb 15;2:CD008262. Cochrane Database Syst Rev. 2012.

7. Borsa PA, Larkin KA, True JM. Does phototherapy enhance skeletal muscle contractile function and postexercise recovery? A systematic review. J Athl Train. Jan-Feb;48(1):57-67, 2013.

8. Brown L. **Isokinetics in human performance**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

9. Chow RT, Johnson MI, Lopes-Martins RA, Bjordal JM. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. Lancet 374: 1897-908, 2009.

10. Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. Ann Biomed Eng. Feb;40(2):516-33, 2012.

11. Cochrane DJ, Booker HR, Mundel T, Barnes MJ. Does Intermittent Pneumatic Leg Compression Enhance Muscle Recovery after Strenuous Eccentric Exercise? Int J Sports Med. Apr 19, 2013. [Epub ahead of print]

12. Crane JD, Ogborn DI, Cupido C, Melov S, Hubbard A, Bourgeois JM, Tarnopolsky MA. Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. Sci Transl Med. Feb 1;4(119):119ra13, 2012.

13. Fernandez-del-Olmo M, Rodriguez FA, Marquez G, Iglesias X, Marina M, Benitez A, Vallejo L, Acero RM. Isometric knee extensor fatigue following a Wingate test: peripheral and central mechanisms. Scand J Med Sci Sports. Feb;23(1):57-65, 2013.

14. Ferraresi C, Brito OT, Zafalon LO, Menezes Reiff RB, Baldissera V, Perez SEA, Matheucci Júnior E, Parizotto NA. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. Lasers in Medical Science. 26:349-358, 2011.

15. Flansbjer UB, Lexell J. Reliability of knee extensor and flexor muscle strength measurements in persons with late effects of polio. J Rehabil Med. Jun;42(6):588-92, 2010.

16. Green HJ. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. Journal of Sports Science, 15, 247-256, 1997.
17. Haas C, Butterfield TA, Abshire S, Zhao Y, Zhang X, Jarjoura D, Best TM. Massage timing affects postexercise muscle recovery and inflammation in a rabbit model. Med Sci Sports Exerc. Jun;45(6):1105-12, 2013.

18. Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. Cochrane Database Syst Rev. Jul 6;(7):CD004577, 2011.

19. Hody S, Rogister B, Leprince P, Wang F, Croisier J.L. Muscle fatigue experienced during maximal eccentric exercise is predictive of the plasma creatine kinase (CK) response. Scand J Med Sci Sports 23: 501–507, 2013.

20. Huang YY, Chen AC, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. Dose Response 7(2):358-383, 2009.

21. Hunter SK, Duchateau J, Enoka RM. Muscle Fatigue and the Mechanisms of Task Failure. Exercise and Sport Sciences Reviews, vol. 32, n. 2, p 44-49, 2004.

22. Kadi F, Charifi N, Denis C, Lexell J, Andersen JL, Schjerling P, Olsen S, Kjaer M.The behaviour of satellite cells in response to exercise: what have we learned from human studies? Pflugers Arch. Nov;451(2):319-27, 2005.

23. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Baroni BM, De Marchi T, Rossi RP, Grosselli D, Generosi RA, de Godoi V, Basso M, Mancalossi JL, Bjordal JM. Comparison between single-diode low-level laser therapy (LLLT) and LED multi-diode (cluster) therapy (LEDT) applications before high-intensity exercise. Photomed Laser Surg 27: 617-23, 2009b.

24. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Baroni BM, De Marchi T, Taufer D, Manfro DS, Rech M, Danna V, Grosselli D, Generosi RA, Marcos RL, Ramos L, Bjordal JM. Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. Lasers Med Sci 24: 857-63, 2009d.

25. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, de Almeida P, Ramos L, Iversen VV, Bjordal JM. Effect of low-level laser therapy (GaAs 904 nm) in skeletal muscle fatigue and biochemical markers of muscle damage in rats. Eur J Appl Physiol 108: 1083-8, 2010a.

26. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, de Godoi V, Tomazoni SS, da Silva DP, Basso M, Lotti Filho P, Corsetti FV, Iversen VV, Bjordal JM. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to post-exercise recovery. J Orthop Sports Phys Ther 40: 524-32, 2010b.

27. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Rossi RP, De Marchi T, Baroni BM, de Godoi V, Marcos RL, Ramos L, Bjordal JM. Effect of cluster multi-diode light emitting diode therapy (LEDT) on exercise-induced skeletal muscle fatigue and skeletal muscle recovery in humans. Lasers Surg Med 41: 572-7, 2009c.

28. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Vanin AA, Baroni BM, Grosselli D, De Marchi T, Iversen VV, Bjordal JM. Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. Lasers Med Sci 24: 425-31, 2009a.

29. Leal Junior EP, Lopes-Martins RAB, Dalan F, Ferrari M, Sbabo FM, Generosi RA, Baroni BM, Penna SC, Iversen VV, Bjordal JM. Effect of 655-nm Low-Level Laser Therapy on Exercise-Induced Skeletal Muscle

Fatigue in Humans. Photomedicine and Laser Surgery. 26:419-424, 2008.

30. Leal-Junior, Ernesto Cesar Pinto ; Vanin, Adriane Aver ; Miranda, Eduardo Foschini ; de Carvalho, Paulo de Tarso Camillo ; Dal Corso, Simone ; Bjordal, Jan Magnus . 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, 2013 (epub ahead of print).

31. Neiva HP, Marques MC, Barbosa TM, Izquierdo M, Marinho DA. Warm-Up and Performance in Competitive Swimming. Sports Med. Nov 1., 2013 [Epub ahead of print]

32. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. Scand J Med Sci Sports. Dec;12(6):337-46, 2002.

33. Nussbaum EL, Downes L. Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. Phys Ther. Feb;78(2):160-9, 1998.

34. Paolillo FR, Corazza AV, Borghi-Silva A, Parizotto NA, Kurachi C, Bagnato VS. Infrared LED irradiation applied during high-intensity treadmill training improves maximal exercise tolerance in postmenopausal women: a 6-month longitudinal study. Lasers Med Sci. Feb;28(2):415-22, 2013.

35. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, Peake JM. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? Exerc Immunol Rev.18:42-97, 2012.

36. Peake J, Nosaka K, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans (Review). Exerc Immunol Rev. 11:64-85, 2005.

37. Powers SK, Howley ET. Exercise physiology: theory and application to fitness and performance. New York, NY: McGraw-Hill, 2007.

38. Saenz A, Avellanet M, Hijos E, Chaler J, Garreta R, Pujol E, Sandoval B, Buen C, Farreny A. Knee isokinetic test-retest: a multicentre knee isokinetic test-retest study of a fatigue protocol. Eur J Phys Rehabil Med. Mar;46(1):81-8, 2010.

39. Toma RL, Tucci HT, Antunes HK, Pedroni CR, de Oliveira AS, Buck I, Ferreira PD, Vassão PG, Renno AC. Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. Lasers Med Sci. Sep;28(5):1375-82, 2013.

40. Torres R, Pinho F, Duarte JA, Cabri JM. Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise. J Sci Med Sport. Nov;16(6):583-8, 2013.

41. Tsiros MD, Grimshaw PN, Schield AJ, Buckley JD. Test-retest reliability of the Biodex System 4 Isokinetic Dynamometer for knee strength assessment in paediatric populations. J Allied Health. Fall;40(3):115-9, 2011.

42. Vieira WH, Ferraresi C, Perez SEA, Baldissera V, Parrizotto NA. Effects of low level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. Lasers in Medical Science 27(2):497-504, 2012.

43. White GE, Wells GD. Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from

high-intensity exercise. Extrem Physiol Med. Sep 1;2(1):26, 2013. [Epub ahead of print]

44. Warren GL, Lowe DA, Armstrong RB. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury (Review). Sports Med. Jan;27(1):43-59, 1999.

45. Yamin C, Duarte JA, Oliveira JM, Amir O, Sagiv M, Eynon N, Sagiv M, Amir RE. IL6 (-174) and TNFA (-308) promoter polymorphisms are associated with systemic creatine kinase response to eccentric exercise. Eur J Appl Physiol. Oct;104(3):579-86, 2008.

APÊNDICE 1

- Artigo Submetido à publicação

Vanin, A. A., De Marchi, T; Tomazoni, S.S.; Carvalho, P.T.C.; Bjordal, J.M.; Leal-Junior, E.C. Low-level laser therapy (810 nm) in skeletal muscle performance and post- exercise recovery: What is the optimal dose? **Submetido ao Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**

APÊNDICE 2

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - Dados de identificação do Projeto

Título do Projeto: LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA FADIGA MUSCULAR E RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO: QUAL A DOSE IDEAL?
Pesquisador Responsável: Ernesto Cesar Pinto Leal Junior
Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO (UNINOVE)
Telefone para contato: (11) 3385-9222

II - Identificação do voluntário:

Nome_____.

Identidade (R.G.)_____Telefone: _____.

Sexo_____ Data de nascimento ____/____/_____.

Endereço_____.

Cidade _____. Estado_____.

Pesquisador Responsável:

Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho
Rua Vergueiro, 235 - Liberdade
São Paulo - SP
Tel. (11) 3385-9222

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA FADIGA MUSCULAR E RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO: QUAL A DOSE IDEAL?”, de responsabilidade do pesquisador Ernesto Cesar Pinto Leal Junior.

III - Informações sobre a pesquisa:

1. Justificativas: Este estudo pretende induzir um músculo a fadiga através de um protocolo de exercício excêntrico acarretando a produção de fadiga, aumento na concentração de enzimas marcadoras de lesão muscular e inflamação, para posterior análise sanguínea.

2. Objetivos: Visa verificar os efeitos da aplicação Laser de Baixa Potência previamente ao exercício e sua interferência nos indicadores de fadiga muscular e marcadores bioquímicos de dano muscular (enzimas marcadoras de lesão muscular, inflamação, estresse oxidativo), a fim de detectar se a utilização deste recurso terapêutico pode ser benéfico para retardar o processo de fadiga e acelerar a recuperação pós-exercício, melhorando consequentemente a performance do atleta em suas atividades esportivas e prevenindo lesões.

3. Métodos a serem utilizados: O atleta receberá aplicação de laser de baixa potência previamente ao protocolo de fadiga muscular. As coletas de sangue para a análise das enzimas marcadoras de lesão muscular, inflamação e estresse oxidativo serão realizados antes e após o protocolo de exercícios e será realizado por uma enfermeira (todo o procedimento será realizado com material descartável). As coletas pós-exercício serão realizadas após 1 minuto, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas do término da execução do protocolo. Não serão realizadas análises além das descritas anteriormente.

4. Desconfortos e riscos associados: O protocolo de exercício pode gerar desconforto muscular leve.

5. Em caso de eventuais dúvidas acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa, o voluntário deverá consultar o responsável deste estudo para os devidos esclarecimentos.

6. A participação é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem nenhum tipo de penalização ao voluntário.

7. Serão utilizados dados referentes à avaliação e intervenção, bem como imagens, porém, sempre respeitando a confidencialidade das informações geradas e a privacidade do voluntário na pesquisa.
8. O voluntário não receberá nenhum tipo de remuneração referente á participação na pesquisa, não estando previstos nenhum tipo de indenização além das previstas por lei.

IV - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu, _____, portador da Carteira de identidade nº. _____ expedida pelo Órgão _____, por me considerar devidamente informado(a) e esclarecido(a) sobre o conteúdo deste termo e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente expresso meu consentimento para inclusão, como sujeito da pesquisa.

São Paulo, _____ de _____ de 20_____.

_____ _____

Voluntário

Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior
Pesquisador Responsável

ANEXO 1

- Certificado de Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa - CoEP

UNINOVE

Universidade Nove de Julho

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CoEP

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA FADIGA MUSCULAR E RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS EXERCICIOS: PARÂMETROS IDEAIS DE APLICAÇÃO E EFEITOS EM EXERCICIO DE LONGA DURAÇÃO sob número de protocolo 397774 e responsabilidade de ERNESTO CESAR PINTO LEAL JUNIOR de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde M/S, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - UNINOVE.

São Paulo, 16 de Fevereiro de 2011.

Profa. Dra. Claudia Santos de Oliveira
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa