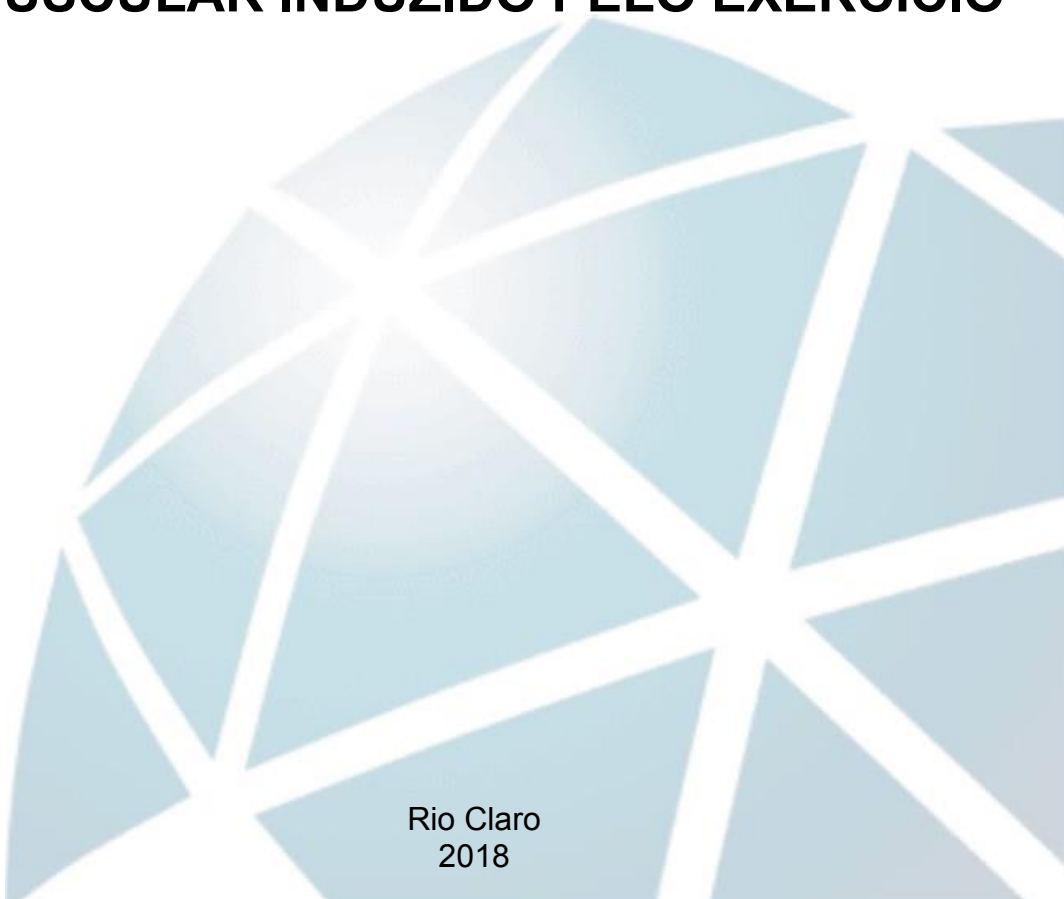

EDUCAÇÃO FÍSICA

RENAN VIEIRA BARRETO

**EFICÁCIA DO PRÉ-CONDICIONAMENTO
ISOMÉTRICO NA PROTEÇÃO CONTRA
DIFERENTES MAGNITUDES DE DANO
MUSCULAR INDUZIDO PELO EXERCÍCIO**



Rio Claro
2018

RENAN VIEIRA BARRETO

EFICÁCIA DO PRÉ-CONDICIONAMENTO ISOMÉTRICO NA
PROTEÇÃO CONTRA DIFERENTES MAGNITUDES DE DANO
MUSCULAR INDUZIDO PELO EXERCÍCIO

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Coelho Rabello de Lima

Supervisor: Prof. Dr. Camila Coelho Greco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de
Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em
Educação Física.

Rio Claro
2018

B273e Barreto, Renan Vieira
Eficácia do pré-condicionamento isométrico na proteção
contra diferentes magnitudes de dano muscular induzido pelo
exercício / Renan Vieira Barreto. -- Rio Claro, 2018
44 f. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação
Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Biociências, Rio Claro
Orientador: Leonardo Coelho Rabello de Lima

1. Dano muscular. 2. Pré-condicionamento isométrico. 3.
Força muscular. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Ana Claudia Vieira de Moraes, e irmão, Fabricio Vieira Barreto, pelo amor, carinho, apoio e incentivo durante todos os momentos de alegria e dificuldades na minha vida que me trouxeram até aqui.

Agradeço à minha companheira, Carolina dos Santos Jacob, que desde o início do período de graduação esteve ao meu lado, tornando todos esses anos que se passaram mais felizes e especiais.

Aos Professores Leonardo Coelho Rabello de Lima e Benedito Sérgio Denadai pela excelente orientação acadêmica, dedicação, motivação e por acreditarem no meu trabalho.

Agradeço também aos membros e técnica do Laboratório de Avaliação da Performance Humana (LAPH), em especial à Natália de Menezes Bassan e Renata Tardivo Cirqueira, pela aprendizagem e companheirismo.

À todos meus colegas e voluntários que participaram, direta ou indiretamente, no desenvolvimento deste trabalho e na minha formação acadêmica.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – Processo nº: 2017/14632-0) pelo apoio financeiro e institucional.

RESUMO

O dano muscular (DM) ocorre após a realização de exercícios aos quais não se está habituado, principalmente quando estes envolvem contrações excêntricas. Estudos demonstram atenuação de alguns sintomas de DM quando há realização prévia (2-4 dias) de contrações isométricas máximas. Entretanto, ainda não se sabe se o efeito protetor induzido por um protocolo de pré-condicionamento isométrico (PCI) seria o mesmo contra diferentes níveis de estresse aplicado à musculatura. Portanto, o objetivo do estudo foi Investigar se o mesmo protocolo de PCI atenuaria de maneira similar o DM induzido por duas sessões diferentes de exercício excêntrico máximo (MaxECC). Participaram do estudo 40 indivíduos destreinados do sexo masculino, distribuídos em quatro grupos: CON-L, ISO-L, CON-R e ISO-R. Os quatro grupos realizaram sessões de MaxECC com os músculos flexores do cotovelo em velocidade lenta (CON-L e ISO-L) ou rápida (CON-R e ISO-R) e marcadores de DM (pico de torque isocinético, dor muscular, espessura muscular e eco-intensidade de imagem ultrassonográfica) foram avaliados antes, imediatamente após e nos quatro dias subsequentes ao exercício excêntrico. Os grupos ISO-L e ISO-R realizaram um protocolo de PCI, 2 dias antes das sessões de MaxECC. Alterações ao longo do tempo e entre grupos foram analisadas por meio de ANOVA de dois caminhos com pós testes de Bonferroni. Índices de proteção foram calculados a partir dos dados obtidos nas diferentes velocidades de MaxECC para cada variável. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. O pico de torque isocinético foi significativamente comprometida ($p < 0.05$) após MaxECC para todos grupos e permaneceu diminuída até 72h e 96h após as MaxECC para CON-L e CON-R, respectivamente. O pico de torque isocinético estava totalmente recuperado 24h após as MaxECC para os grupos ISO-L e ISO-R. A dor muscular aumentou significativamente ($p < 0.05$) nos dias após as MaxECC para todos os grupos com recuperação completa alcançada 72h após o exercício para ISO-L e ISO-R, e permaneceu aumentada até 72h e 96h após MaxECC para CON-L e CON-R, respectivamente.

Palavras-chave: Dano muscular; Pré-condicionamento isométrico; Força.

ABSTRACT

Muscle damage often occurs after unaccustomed exercises, especially those involving eccentric contractions. Some of the most frequently assessed symptoms of muscle damage are muscle swelling, soreness and compromised force production capacity. Recent studies have demonstrated that muscle damage symptoms are attenuated when maximal isometric contractions are performed a few days prior to damaging exercises. However, it is still not established if the protective effect conferred by an isometric pre-conditioning protocol is the same for different magnitudes of muscle damage, induced by different muscle efforts. Therefore, the purpose of this study was to investigate if the same pre-conditioning protocol attenuates the magnitude of muscle damage induced by different maximal eccentric contractions protocols in the elbow flexors. Forty untrained men were assigned to one of two experimental or two control groups ($n = 10$ each group). Subjects in the experimental groups performed 10 maximal isometric contractions of the elbow flexors at a long muscle length (20° of elbow flexion), 2 days prior to either slow ($60^\circ \cdot s^{-1}$ – ISO-L) or fast ($180^\circ \cdot s^{-1}$ – ISO-R) maximal isokinetic eccentric contractions of the elbow flexors. Subjects in the control groups performed either slow (CON-L) or fast (CON-R) eccentric contractions without isometric pre-conditioning. Maximal voluntary isokinetic concentric force and muscle soreness were assessed before, immediately after, and 1-4 days following the eccentric exercise. Changes over time and between groups for these variables were tested by two-way ANOVAs with Bonferroni's post-hoc tests.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA: Análise de variância

CON-L: Grupo controle que realizou o exercício excêntrico lento

CON-R: Grupo controle que realizou o exercício excêntrico rápido

CVM: Contração voluntária máxima

DM: Dano Muscular

EAV: Escala análogo visual

EEL: Exercício excêntrico lento ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$)

EER: Exercício excêntrico rápido ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$)

IP: Índice de proteção

ISO-L: Grupo experimental que realizou o pré-condicionamento e o exercício excêntrico lento

ISO-R: Grupo experimental que realizou o pré-condicionamento e o exercício excêntrico rápido

MaxECC: Contrações excêntricas máximas

PCI: Pré-condicionamento isométrico

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valor do índice de proteção de cada variável analisada para os dois protocolos de exercício excêntrico.	24
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sequência dos procedimentos experimentais da pesquisa.....	15
Figura 2. Valor percentual da mudança do pico de torque isocinético dos voluntários normalizados pela baseline de cada grupo em função do tempo.....	20
Figura 3. Média e desvio padrão das medidas de percepção subjetiva de dor acessada pela escala análogo visual (EAV) de cada grupo em função do tempo	21
Figura 4. Valor absoluto da mudança da espessura muscular em relação ao seu valor pré exercício excêntrico e desvio padrão de cada grupo em função do tempo	22
Figura 5. Valor absoluto da mudança da eco intensidade em relação ao seu valor pré exercício excêntrico e desvio padrão de cada grupo em função do tempo.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Voluntários	13
2.2 Delineamento Experimental	13
2.3 Familiarização	15
2.4 Pré-condicionamento Isométrico (PCI)	15
2.5 Exercício Excêntrico Máximo	16
2.6 Variáveis Dependentes	17
2.6.1 <i>Contração Voluntária Máxima</i>	17
2.6.2 <i>Dor Muscular</i>	18
2.6.3 <i>Espessura Muscular</i>	18
2.6.4 <i>Eco Intensidade da Imagem de Ultrassonografia</i>	18
2.7 Cálculo do Índice de Proteção	19
2.8 Forma de Análise dos Resultados	19
3 RESULTADOS	20
3.1 Diminuição da Capacidade de Produção de Força Muscular	20
3.2 Dor Muscular de Início Tardio	21
3.3 Espessura Muscular	21
3.4 Eco Intensidade da Imagem de Ultrassonografia	22
3.5 Índice de Proteção	23
4 DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	36
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	41

1 INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

O dano muscular induzido pelo exercício (DM) pode ser definido como desorganizações em estruturas contráteis e não contráteis do tecido muscular, ocorrendo normalmente em indivíduos destreinados ou que não estejam habituados com o exercício, principalmente quando este envolve contrações excêntricas. Este fenômeno provoca a manifestação de sintomas como dor e rigidez muscular, comprometimento na capacidade de produção da força muscular, diminuição da amplitude de movimento da articulação envolvida e extravasamento de proteínas contráteis para a circulação sistêmica (CLARKSON & HUBAL, 2002; HYLDAHL & HUBAL, 2013). Consequente ao dano tensional induzido no tecido muscular, ocorrido durante as contrações, a região afetada passa por um processo inflamatório (resposta do sistema imunológico ao dano inicial), que aumenta a magnitude do dano muscular e prepara a área danificada para uma futura regeneração (HIROSE, 2004). Porém, a manipulação de algumas variáveis do exercício excêntrico, como a carga (PASCHALIS et al., 2005), velocidade angular (CHAPMAN et al., 2008) ou ângulo articular (NOSAKA & SAKAMOTO, 2001) podem modular o estresse imposto por esse às estruturas contráteis e não contráteis do tecido muscular e, por conseguinte, a magnitude das alterações nos sintomas de DM.

Nosaka e Sakamoto (2001) encontraram mudanças maiores em marcadores de DM após MaxECC dos flexores do cotovelo realizadas com os músculos em estado alongado (100° - 180° , considerando 180° como extensão completa do cotovelo) em comparação a MaxECC realizadas com os músculos em estado mais encurtado (50° - 130°), mesmo mantendo a mesma amplitude de movimento (80°) nos dois protocolos. A velocidade angular das MaxECC também parece influenciar a magnitude do DM. Chapman et al. (2008) verificaram alterações mais pronunciadas em sintomas de DM após um protocolo de MaxECC em alta velocidade angular ($210^{\circ} \cdot s^{-1}$), quando comparadas às geradas por MaxECC de menor velocidade ($30^{\circ} \cdot s^{-1}$), mesmo quando o tempo total sob tensão foi idêntico nos dois protocolos.

Outro fator que influencia a magnitude do DM é a intensidade das contrações excêntricas. Paschalis et al. (2005) compararam os efeitos do exercício excêntrico de alta intensidade (12x10 MaxECC, com 2 minutos de intervalo entre as séries) com o de baixa intensidade (mesmo volume de trabalho do protocolo anterior, porém, de

exercício excêntrico contínuo a 50% do pico de torque excêntrico do indivíduo até que o trabalho realizado fosse equiparado ao do exercício excêntrico de alta intensidade), e encontraram mudanças semelhantes em marcadores de DM como concentração sérica de CK, dor muscular de início tardio e amplitude de movimento, em ambas as situações. Porém, o exercício excêntrico de alta intensidade provocou maior decréscimo nos valores de pico de torque excêntrico e isométrico, ou seja, marcadores de DM relacionados à função muscular. Portanto, baseado nos dados apresentados acima, é possível concluir que a magnitude do DM é proporcional ao nível de estresse ao qual o tecido muscular é exposto durante as MaxECC, sendo que esse estresse pode ser modulado a partir da manipulação de variáveis como amplitude de movimento, velocidade angular e carga externa.

Como alguns dos sintomas de DM levam a desconforto e comprometimento do desempenho, diversas estratégias de prevenção/atenuação do mesmo já foram investigadas. Sabe-se que, após a manifestação do DM, ocorre um processo adaptativo que resulta na recuperação do tecido muscular e, posteriormente, menor susceptibilidade do tecido muscular a futuros danos conhecido como efeito protetor do exercício repetido (*repeated bout effect*) (HYLDAHL et al., 2016). Entretanto, para que esse efeito se manifeste, é necessária a indução de DM, o que pode diminuir a sua utilização em situações de treinamento esportivo e populações especiais (e.g., crianças, idosos). Contudo, já foi demonstrado que é possível atenuar alguns dos sintomas do DM induzido pelo exercício excêntrico, sem comprometer inicialmente a integridade do músculo (i.e., sem a necessidade de se induzir DM). Estudos realizados pelo mesmo grupo de pesquisadores (CHEN et al., 2012a; CHEN et al., 2012b; CHEN et al., 2013) identificaram atenuação de marcadores de dano muscular, quando os participantes realizavam um protocolo de pré-condicionamento consistindo da realização de contrações isométricas máximas alguns dias antes de uma sessão de exercício excêntrico. Chen et al. (2012a) demonstraram que o pré-condicionamento com 2 ou 10 contrações isométricas máximas conferem efeito protetor contra o DM induzido por MaxECC realizadas dois dias após. Esse efeito protetor parece ser volume dependente já que, no estudo de Chen et al. (2012a), a magnitude da proteção conferida por 10 contrações isométricas máximas foi maior do que a conferida por 2. Em outro estudo, Chen et al. (2013) identificaram que 30 contrações isométricas máximas geram um efeito protetor que perdura por até 3 semanas. Entretanto, o

protocolo de pré-condicionamento isométrico (PCI) adotado nesse estudo levou a alterações significantes em marcadores indiretos de DM.

No que diz respeito à duração do efeito protetor conferido por PCI, Chen et al. (2012b) demonstraram que 2 contrações isométricas máximas induzem um efeito protetor pouco duradouro, permanecendo por quatro dias, com o pico de proteção ocorrendo dois dias após o protocolo de PCI. Além disso, esse estudo evidenciou que a realização de pré-condicionamento isométrico imediatamente ou sete dias antes de sessões danificadoras não causa efeito protetor significativo (CHEN et al., 2012b). Portanto, levando em consideração os achados de Chen et al. (2012b) e Chen et al. (2013), pode-se concluir que a duração do efeito protetor também é influenciada pelo volume de contrações isométricas máximas, uma vez que 30 contrações isométricas máximas induziram proteção que durou três semanas (embora tenham induzido DM) enquanto 2 contrações isométricas máximas induziram proteção que não durou uma semana.

Além do volume de contrações isométricas e do intervalo entre o pré-condicionamento e o exercício danificador, o estado de alongamento do músculo durante o exercício de pré-condicionamento parece influenciar a magnitude da proteção contra o DM. Chen et al. (2012b) encontraram maior atenuação dos sintomas de DM quando o pré-condicionamento isométrico foi realizado com o músculo em estado alongado (20° de flexão do cotovelo), quando comparado com a proteção conferida pelo pré-condicionamento realizado com o músculo encurtado (90° de flexão do cotovelo). Uma relação entre os níveis de estresse durante o PCI (manipulados por volume ou estado de alongamento do músculo durante as contrações isométricas máximas) e o efeito protetor resultante foi proposta por Lima & Denadai (2015) em um artigo de revisão recente.

O pré-condicionamento isométrico também se mostrou eficaz como estratégia de atenuação da dor muscular e de outros sintomas do dano muscular induzido pelo exercício excêntrico em grupos musculares menos suscetíveis ao DM. Tseng et al. (2016) demonstraram que 6 séries de 10 contrações isométricas máximas dos músculos extensores do joelho, em estado alongado (90° de flexão), atenuaram as alterações em marcadores indiretos de DM induzidas por 6 séries de 10 MaxECC do mesmo grupo muscular, duas semanas depois. No entanto, o protocolo de PCI utilizado por Tseng et al. (2016) apresentou maior volume de contrações (60 contrações isométricas máximas), se comparado aos protocolos utilizados para o PCI

em músculos flexores do cotovelo (2, 10 ou 30 contrações isométricas máximas), além de também ter induzido alterações significantes em sintomas de DM.

A proteção contra o DM promovida por PCI é interessante por atenuar a magnitude do DM sem a necessidade de indução prévia do mesmo. Entretanto, já foi demonstrado que o efeito protetor induzido por esse tipo de estratégia de prevenção é menos potente do que aquele promovido por MaxECC e contrações excêntricas submáximas (CHEN et al., 2012a). Acredita-se, portanto, que o estresse aplicado ao sistema neuromuscular durante o exercício pré-condicionante modula a magnitude do efeito protetor conferido pelo mesmo (NOSAKA et al., 2001a; LIMA & DENADAI, 2015), uma vez que MaxECC resultam em um efeito protetor potente e duradouro (NOSAKA et al., 2001b) enquanto a proteção conferida por contrações isométricas máximas é breve e de menor magnitude (LIMA & DENADAI, 2015). O estudo de Tseng et al. (2016) ilustra essa relação, proposta por Lima & Denadai (2015), uma vez que foi necessário um nível de estresse maior do que aqueles previamente descritos para os flexores do cotovelo (i.e., 60 vs 2-30 contrações isométricas máximas) para que o PCI resultasse em proteção contra o DM em um músculo menos suscetível ao mesmo - graças a um efeito protetor fenotípico conferido pelo acúmulo de contrações excêntricas durante atividades de vida diária (CHEN et al., 2011; LIMA & DENADAI, 2011). Levando em conta esse raciocínio, é razoável percorrer o caminho inverso e questionar se a proteção conferida pela realização de contrações isométricas máximas é a mesma contra diferentes protocolos de MaxECC, após o PCI. Considerando que diferentes protocolos de MaxECC induzem diferentes níveis de estresse ao tecido muscular, acreditamos que o mesmo protocolo de PCI deva conferir níveis diferentes de proteção contra o DM induzido por protocolos de MaxECC com características diferentes.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar se o mesmo protocolo de PCI atenuaria de maneira similar o DM induzido por duas sessões diferentes de MaxECC. As hipóteses testadas foram: 1) um protocolo de pré-condicionamento com 10 contrações isométricas máximas atenuaria o DM induzido por MaxECC a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$; 2) A proteção conferida pelo PCI seria menos eficiente contra o DM induzido pelas contrações a $180^{\circ} \cdot s^{-1}$, uma vez que o estresse induzido por este sobre o tecido muscular é maior do que aquele induzido por contrações mais lentas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado nas dependências do Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro. As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Avaliação da Performance Humana. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos do Instituto de Biociências do campus de Rio Claro (CAAE: 77719717.5.0000.5465). Todos os procedimentos adotados estão de acordo com a declaração de Helsinki sobre o uso de humanos como sujeitos de pesquisa.

2.1 Voluntários

Foram recrutados para participar do presente estudo 40 estudantes universitários do sexo masculino, saudáveis, destreinados (sem experiência com treinamento resistido nos seis meses que antecederam o período de coletas). O uso regular de suplementos alimentares e o histórico recente (últimos seis meses) de lesões articulares e/ou musculares nos membros superiores foram utilizados como critérios de exclusão. Todos os participantes leram e assinaram duas vias de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo comitê de ética da Instituição. Os participantes foram recrutados em blocos (quatro por vez) e distribuídos em um dos quatro grupos ($n = 10$ por grupo): CON-L, CON-R, ISO-L e ISO-R. Em cada bloco de recrutamento, os voluntários foram distribuídos nos grupos de acordo com seus picos de torque isocinéticos, visando homogeneidade dessa variável entre os grupos. Os voluntários foram orientados a manter seus hábitos nutricionais e de sono regulares durante o experimento, e a beber uma quantidade razoável de água (ao menos 1,5 L/dia) após cada sessão de exercício para evitar a manifestação de rabdomiólise clínica (CHEN et al., 2017).

2.2 Delineamento Experimental

O presente projeto de pesquisa foi conduzido em desenho de ensaio clínico controlado e quasi-randomizado. Os participantes dos grupos CON-L e CON-R compareceram ao laboratório em seis ocasiões diferentes e os participantes dos grupos ISO-L e ISO-R, em sete. A primeira visita de todos os grupos foi designada

para o fornecimento do consentimento para participação na pesquisa e para a familiarização aos procedimentos a serem realizados no laboratório. Ainda na primeira visita, foram aferidas a estatura e massa corporal dos participantes (Balança e estadiômetro, Filizola, Brasil).

Os participantes dos quatro grupos passaram por uma sessão de exercício excêntrico na semana seguinte à da familiarização, respeitando um intervalo de 3-7 dias entre a familiarização e o exercício excêntrico. Os grupos CON-L e ISO-L realizaram um protocolo exercício excêntrico lento (EEL), sendo que, dos dois, somente o grupo ISO-L realizou um protocolo de pré-condicionamento isométrico dois dias antes da realização das contrações excêntricas máximas ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$). Os grupos CON-R e ISO-R realizaram um protocolo de exercício excêntrico rápido (EER) e somente o grupo ISO-R realizou um protocolo de pré-condicionamento isométrico, dois dias antes da realização das contrações excêntricas máximas ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$). Os seguintes sintomas indiretos de dano muscular foram mensurados antes, imediatamente após e 1-4 dias após a realização do exercício excêntrico: pico de torque isocinético dos flexores do cotovelo, percepção subjetiva de dor, espessura muscular da porção medial do braço e eco intensidade da imagem de ultrassom dos músculos flexores do cotovelo. O delineamento experimental segue ilustrado na Figura 1.

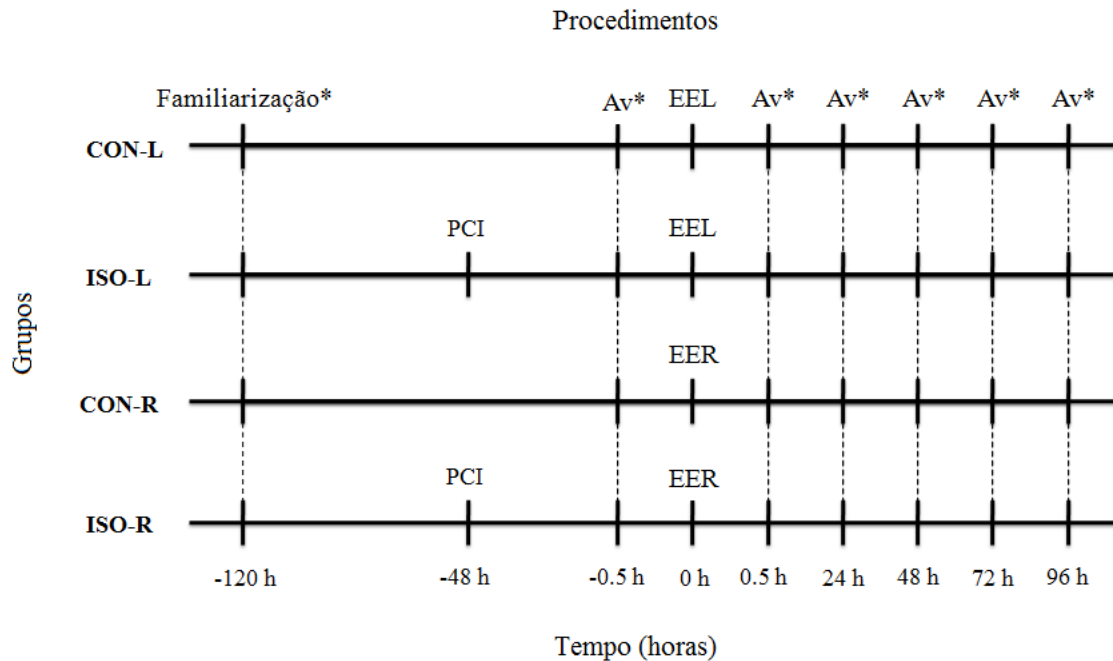


Figura 1. Sequência dos procedimentos experimentais da pesquisa. PCI: pré-condicionamento isométrico; EEL: exercício excêntrico lento; EER: exercício excêntrico rápido; Av: avaliação (coleta dos marcadores indiretos); *: todos os grupos.

2.3 Familiarização

A sessão de familiarização teve como objetivo anular eventuais efeitos de aprendizagem em relação aos procedimentos de coleta por parte dos participantes ao longo do estudo (OLIVEIRA et al., 2010). Os participantes dos quatro grupos compareceram ao laboratório entre 3-7 dias antes do início do protocolo experimental para realizar três contrações isocinéticas máximas dos flexores do cotovelo em um dinamômetro isocinético (System 3, Biodex Systems, EUA). Os participantes dos grupos ISO-L e ISO-R também foram instruídos a respeito dos procedimentos a serem adotados para o pré-condicionamento isométrico sem, entretanto, realizá-los.

2.4 Pré-condicionamento Isométrico (PCI)

O protocolo de PCI utilizado envolveu o mesmo grupo muscular que posteriormente realizou o MaxECC (flexores do cotovelo). Cada indivíduo dos grupos ISO-L e ISO-R, realizou 10 contrações isométricas máximas com 3 segundos de duração, com os flexores do cotovelo em estado alongado (20° de flexão do cotovelo), respeitando 45 segundos de recuperação entre as repetições (CHEN et al., 2012a).

Os valores de torque das contrações isométricas máximas foram acompanhados pelos examinadores, que forneceram incentivo verbal constante durante as contrações. Os valores de torque durante o PCI foram registrados para comparações entre os grupos ISO-L e ISO-R.

2.5 Exercício Excêntrico Máximo

Os participantes dos quatro grupos passaram por sessões de exercício excêntrico máximo na semana seguinte à da familiarização, respeitando um intervalo de 3-7 dias entre a familiarização e o exercício.

Os grupos CON-L e ISO-L, realizaram um protocolo de exercício excêntrico máximo lento (EEL) consistindo de 30 MaxECC, em velocidade angular de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$, com os músculos flexores do cotovelo enquanto os grupos CON-R e ISO-R, realizaram um protocolo de exercício excêntrico máximo rápido (EER) consistindo de 90 MaxECC, em velocidade angular de $180^{\circ} \cdot s^{-1}$, também com os músculos flexores do cotovelo. As contrações excêntricas foram realizadas em séries de 15 repetições separadas por intervalos de recuperação de 2 minutos. Também foi respeitado um intervalo de cerca de 10 segundos entre as contrações excêntricas durante as séries para que o braço de alavanca do dinamômetro retornasse à posição inicial (em velocidade angular de $9^{\circ} \cdot s^{-1}$) com o auxílio do examinador. A amplitude de movimento foi de 90° para ambos os protocolos de exercício excêntrico, partindo de uma posição semi-flexionada (90°) até a máxima extensão (0°) do cotovelo (CHEN et al., 2013). O protocolo proposto já foi adotado previamente tanto em estudos de nosso laboratório (LIMA & DENADAI, 2011) quanto em estudos de outros autores (NOSAKA et al. 2001b; CHEN et al. 2009; CHEN et al. 2012a) e foi demonstrado ser eficaz na indução do dano muscular. A amplitude adotada é justificada pelo fato de promover contrações excêntricas com os flexores do cotovelo em estado alongado. Uma amplitude maior de movimento ocasionaria uma limitação logística durante o processo de contração no dinamômetro isocinético, uma vez que é necessária a produção de um nível mínimo de torque para que se inicie a contração excêntrica no aparelho. Estudos prévios conduzidos em nosso laboratório demonstraram que os participantes têm dificuldade de produzir o valor mínimo de torque para que o dinamômetro inicie a contração excêntrica quando os flexores do cotovelo estão em um estado encurtado (i.e., amplitudes maiores do que 100 graus de flexão do cotovelo).

A escolha de duas diferentes velocidades de contração excêntrica ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ou $180^{\circ} \cdot s^{-1}$) teve como intuito induzir diferentes magnitudes de estresse e, por conseguinte, DM nos flexores do cotovelo dos participantes (CHAPMAN et al., 2008). O critério de equalização dos exercícios excêntricos no presente estudo foi baseado no tempo total sob tensão de 45 segundos durante as MaxECC.

Durante a realização de ambos os protocolos de exercício excêntrico (EEL e EER), os participantes foram posicionados sentados no dinamômetro isocinético e tiveram seus quadris e tronco fixados, por meio de cintas, ao mesmo, visando garantir a estabilidade da articulação do cotovelo e evitar compensações na produção de força por outros grupamentos musculares. Os participantes foram incentivados a aplicar o máximo de força possível no equipamento durante todas as contrações realizadas.

2.6 Variáveis Dependentes

Marcadores indiretos de DM foram mensurados antes, imediatamente após e 1-4 dias após as sessões de exercício excêntrico máximo, sendo eles: pico de torque isocinético, percepção subjetiva de dor, espessura muscular e eco-intensidade da imagem de ultrassom dos flexores do cotovelo. As metodologias de coleta e análise desses dados seguem descritas abaixo.

2.6.1 Contração Voluntária Máxima

A capacidade de produção de força foi medida através de contrações voluntárias máximas dos flexores do cotovelo realizadas em um dinamômetro isocinético (System 3, Biodex System, EUA). Foram realizadas três contrações isocinéticas concêntricas consecutivas com os flexores do cotovelo. A velocidade de contração foi de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e a amplitude de movimento foi 120° ($10-130^{\circ}$, considerando 0° como a extensão completa do cotovelo) (CHAPMAN et al. 2008; CHEN et al. 2009). Os participantes foram posicionados no dinamômetro isocinético de acordo com as recomendações do fabricante e foram instruídos a contrair o músculo avaliado com a maior força possível. O pico de torque isocinético das três contrações foram consideradas para análise.

2.6.2 Dor Muscular

Para a quantificação da percepção subjetiva de dor, os voluntários foram orientados a palpar e alongar a musculatura investigada no presente estudo e preencher uma escala de análogos visuais (EAV) (CHEN et al., 2007). A EAV consiste em uma linha contínua de 100 mm com os dizeres “Sem dor” em um lado (0 mm), e “Muita, muita dor” no outro (100 mm). Os valores reportados de dor foram medidos pelo examinador com uma régua e registrados para análise.

2.6.3 Espessura Muscular

Imagens de ultrassom foram coletadas, na função B-mode, da porção medial do braço dos voluntários, utilizando um *probe* de 38 mm e frequência de captura de 9.0 MHz acoplado a um aparelho portátil de ultrassonografia (ProSound 2, ALOKA, Japão). Foram adquiridas imagens transversais do membro examinado. O *probe* foi posicionado perpendicularmente ao membro e revestido com gel de transmissão solúvel em água, para proporcionar um contato acústico entre a pele e o transdutor. Todas as imagens foram coletadas e analisadas pelo mesmo investigador, com cautela, evitando a compressão da superfície dérmica. Foram realizadas três medições. A espessura muscular será determinada por meio de um computador, utilizando o software ImageJ 1.42q (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland). A média das três medidas de espessura muscular foi considerada para análise.

2.6.4 Eco Intensidade da Imagem de Ultrassonografia

A eco intensidade foi determinada pela escala de cinza assistida por computador, utilizando o software ImageJ 1.42q (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland). Imagens individuais do grupo muscular envolvido no estudo foram digitalizadas e analisadas. A região de interesse (25 x 25 pixels) logo acima do úmero, no músculo bíceps braquial, foi analisada, visando contemplar principalmente o tecido muscular, evitando outros tecidos, como o ósseo e as fáscias que envolvem o músculo. A média de eco intensidade foi determinada utilizando a função histograma em escala de cinza e expressa como um valor entre 0 (preto) e 255 (branco).

2.7 Cálculo do Índice de Proteção

Para que fosse possível a comparação dos efeitos protetores conferidos pelo PCI contra o DM induzido pelo exercício excêntrico máximo em duas velocidades, foram calculados índices de proteção (IP) (HYLDAHL et al., 2016) para todas as variáveis coletadas durante seus picos de manifestação. O IP foi calculado a partir da seguinte equação:

$$IP = \frac{(\Delta\%CON - \Delta\%ISO)}{\Delta\%CON} \times 100$$

Em que IP = índice de proteção; $\Delta\%CON$ = mudança percentual da variável durante seu pico de manifestação em relação ao momento pré-exercício excêntrico para o grupo CON (CON-L ou CON-R); $\Delta\%ISO$ = mudança percentual da variável durante seu pico de manifestação em relação ao momento pré-exercício excêntrico para o grupo ISO (ISO-L ou ISO-R). O IP foi calculado para as duas velocidades de exercício excêntrico.

2.8 Forma de Análise dos Resultados

A distribuição normal dos dados obtidos no presente estudo foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. A homogeneidade e esfericidade dos dados foram testadas com os testes de Levene e Mauchly, respectivamente. Dados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão e a variância das amostras foi investigada por meio de ANOVAs fatoriais de dois caminhos: tempo (6) vs. grupo (4). Quando identificado efeito significativo de interação grupo vs. tempo, análises par-a-par foram realizadas por meio de ANOVA *one-way* para amostras pareadas (tempo) e não pareadas (grupo) seguidas de *post hoc* de Bonferroni. Devido à não esfericidade dos dados de espessura muscular e eco intensidade, foi realizada uma avaliação qualitativa para os resultados destas variáveis. O nível de significância adotado foi de $p < 0.05$ para todos os testes.

3 RESULTADOS

3.1 Diminuição da Capacidade de Produção de Força Muscular

Foi calculada a porcentagem de variação do pico de torque de cada participante em relação ao valor de pico de torque obtido na avaliação realizada antes da indução do DM. Desta forma, foi possível elaborar um gráfico (Figura 2) e analisar o comportamento da força muscular dos participantes nas diferentes condições do estudo e em função do tempo. A capacidade de produção de força foi significativamente comprometida ($p < 0,05$) logo após os respectivos protocolos de exercício excêntrico para todos os grupos (CON-L: $-32\% \pm 9\%$; ISO-L: $-20\% \pm 11\%$; CON-R: $-32\% \pm 13\%$; ISO-R: $-24\% \pm 10\%$) e permaneceu menor até 72h e 96h após as MaxECC para CON-L (24h: $-36\% \pm 16\%$; 48h: $-31\% \pm 15\%$; 72h: $-30\% \pm 17\%$) e CON-R (24h: $-37\% \pm 18\%$; 48h: $-39\% \pm 16\%$; 72h: $-34\% \pm 17\%$; 96h: $-33\% \pm 21\%$), respectivamente. A capacidade de produção de força dos grupos ISO-L e ISO-R estava totalmente recuperada 24h após as MaxECC.

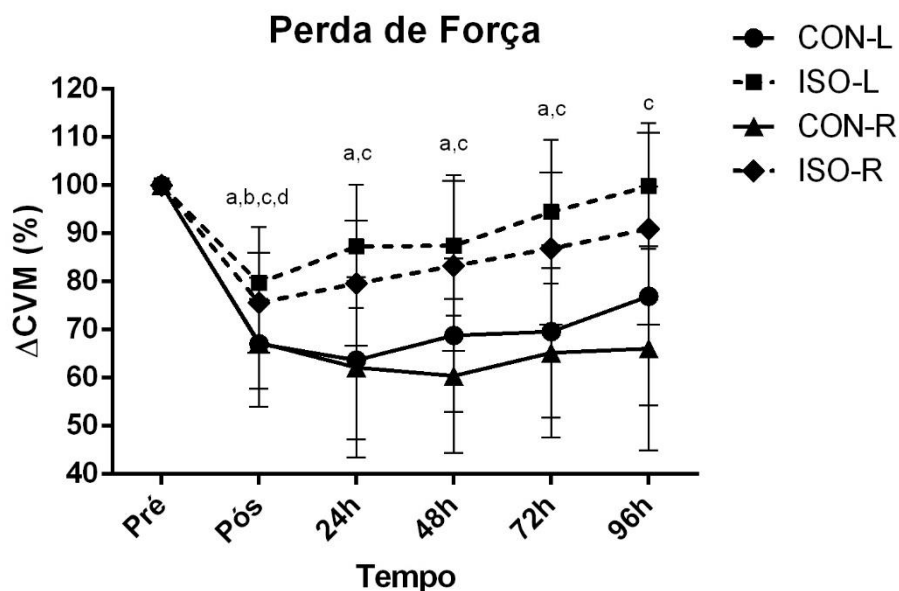


Figura 2. Valor percentual da mudança do pico de torque isocinético dos voluntários normalizados pela baseline de cada grupo em função do tempo. (a) $p < 0.05$ vs. Pré para CON-L, (b) $p < 0.05$ vs. Pré para ISO-L, (c) $p < 0.05$ vs. Pré para CON-R, (d) $p < 0.05$ vs. Pré para ISO-R.

3.2 Dor Muscular de Início Tardio

Os valores de percepção subjetiva de dor indicados na EAV pelos voluntários foram anotados e tabulados para o cálculo da média e do desvio padrão de cada grupo para todos os seis momentos de coleta. A partir dos resultados foi elaborado um gráfico (Figura 3) com a média de dor muscular de cada grupo em função do tempo.

A dor aumentou significativamente ($p < 0.05$) no dia seguinte às MaxECC para todos os grupos, com recuperação completa alcançada 72h após o exercício para ISO-L (24h: $28 \text{ mm} \pm 22 \text{ mm}$; 48h: $26 \text{ mm} \pm 22 \text{ mm}$) e ISO-R (24h: $32 \text{ mm} \pm 19 \text{ mm}$; 28 $\text{mm} \pm 20 \text{ mm}$). A percepção subjetiva de dor permaneceu aumentada até 72h e 96h após as MaxECC para CON-L (24h: $39 \text{ mm} \pm 19 \text{ mm}$; 48h: $44 \text{ mm} \pm 21 \text{ mm}$; 72h: $31 \text{ mm} \pm 24 \text{ mm}$) e CON-R (24h: $38 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$; 48h: $48 \text{ mm} \pm 22 \text{ mm}$; 72h: $50 \text{ mm} \pm 19 \text{ mm}$; 96h: $32 \text{ mm} \pm 14 \text{ mm}$), respectivamente.

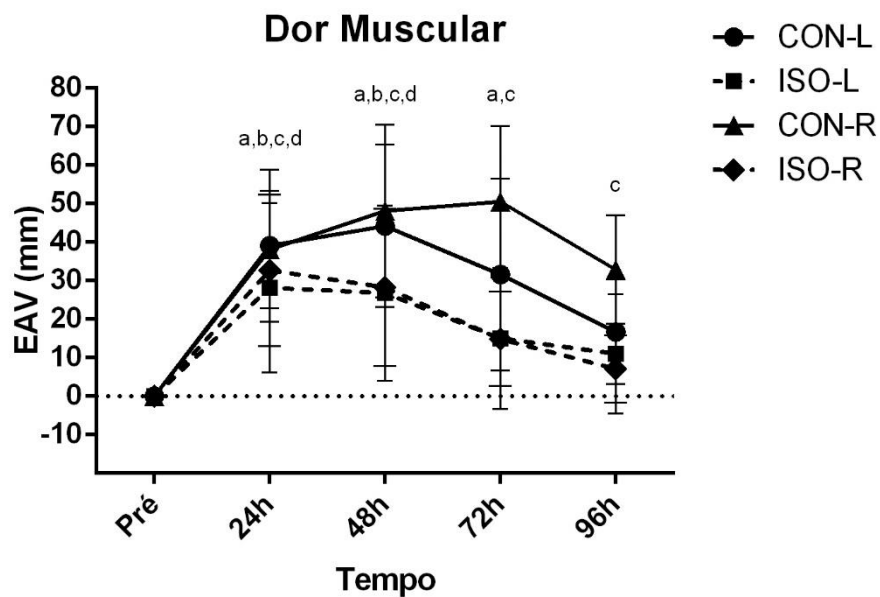


Figura 3. Média e desvio padrão das medidas de percepção subjetiva de dor acessada pela escala análogo visual (EAV) de cada grupo em função do tempo. (a) $p < 0.05$ vs. Pré para CON-L, (b) $p < 0.05$ vs. Pré para ISO-L, (c) $p < 0.05$ vs. Pré para CON-R, (d) $p < 0,05$ vs. Pré para ISO-R.

3.3 Espessura Muscular

Os valores de espessura muscular, adquiridos por meio de ultrassonografia, foram anotados e tabulados para o cálculo da média e do desvio padrão de cada grupo para todos os seis momentos de coleta. Foi calculada a mudança absoluta da

espessura muscular, subtraindo-se os valores obtidos na medida realizada antes do exercício excêntrico. Os resultados seguem apresentados na Figura 4.

Considerando a espessura muscular dos flexores do cotovelo dos voluntários, foi possível observar que os grupos controle (CON-L e CON-R) apresentaram alterações aparentemente maiores que os grupos que realizaram o pré-condicionamento isométrico (ISO-L e ISO-R). Ademais, o grupo CON-R, demonstrou uma recuperação mais tardia desta variável em comparação aos outros grupos.

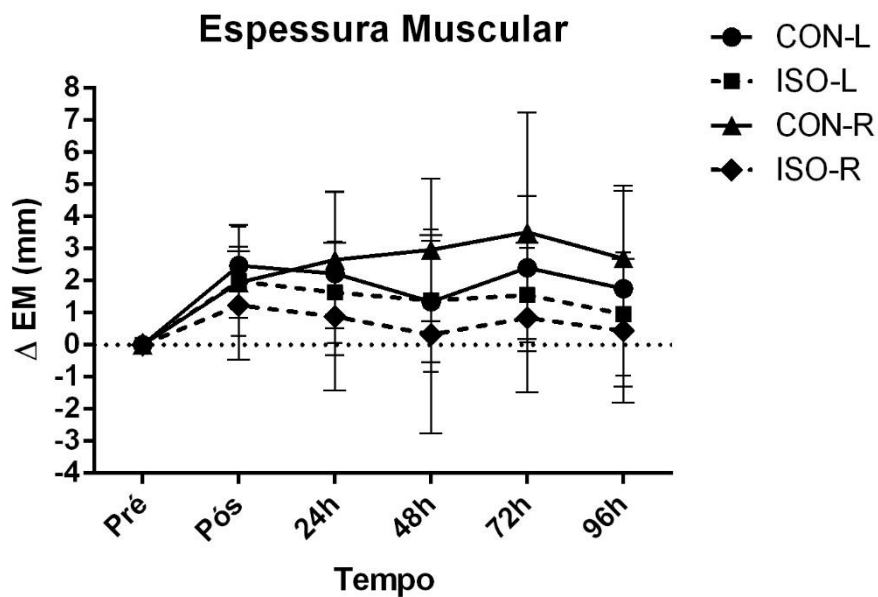


Figura 4. Valor absoluto da mudança da espessura muscular em relação ao seu valor pré exercício excêntrico e desvio padrão de cada grupo em função do tempo.

3.4 Eco Intensidade da Imagem de Ultrassonografia

Foi calculada a mudança absoluta da eco intensidade subtraindo-se os valores da medida realizada antes do exercício excêntrico. Os resultados seguem apresentados na Figura 5.

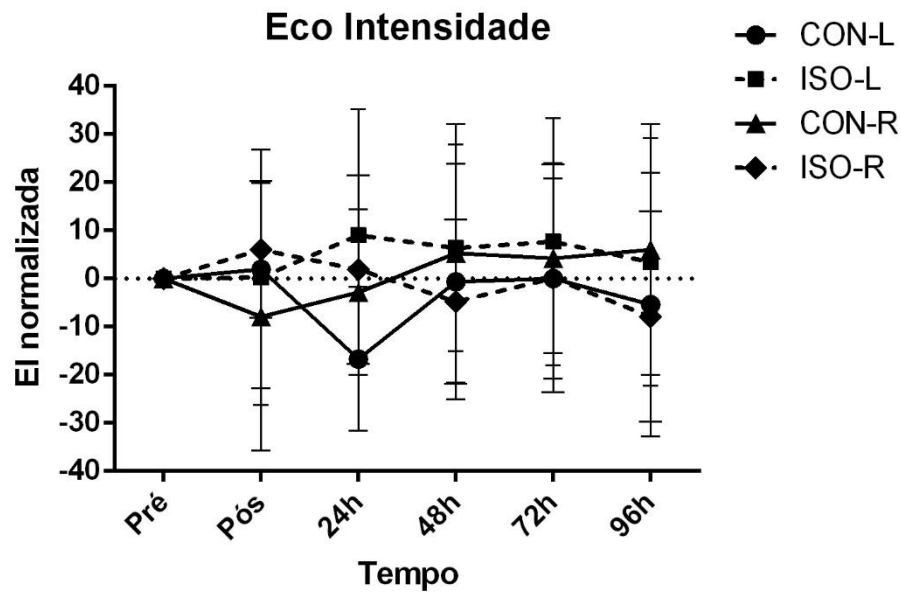


Figura 5. Valor absoluto da mudança da eco intensidade em relação ao seu valor pré exercício excêntrico e desvio padrão de cada grupo em função do tempo.

3.5 Índice de Proteção

Para a comparação dos efeitos protetores conferidos pelo PCI contra o DM induzido pelo exercício excêntrico máximo em duas velocidades, foram calculados índices de proteção (IP) para todas as variáveis apresentadas durante seus picos de manifestação e, posteriormente, expressos em uma tabela (Tabela 1).

No que diz respeito à capacidade de produção de força, o IP produzido pelo PCI na condição de exercício lento (EEL) aparentemente foi maior se comparado ao IP demonstrado pelos grupos que realizaram EER (65,1% vs. 46,2%, respectivamente). Ainda, o PCI induziu maior efeito protetor contra o EEL para a variável eco intensidade, evidenciado pelo valor de IP maior que o encontrado para os grupos que realizaram EER (342,7 % vs. 155,4 %, respectivamente). Contudo, o efeito protetor conferido pelo PCI parece ocorrer de maneira diferente quando analisamos a variável espessura muscular, que apresentou um IP maior para os grupos que realizaram EER, quando comparados aos grupos que realizaram o EEL (84,7% vs. 1,4%, respectivamente). Para a variável dor muscular, o efeito protetor se mostrou semelhante para as duas velocidades de exercício, uma vez que os valores de IP foram parecidos (39,4% vs. 41,2%, respectivamente).

	CVM	Espessura Muscular	Dor Muscular	Eco Intensidade
EEL	65,1 %	1,4 %	39,4 %	342,7 %
EER	46,2 %	84,7 %	41,2 %	155,4 %

Tabela 1. Valor do índice de proteção de cada variável analisada para os dois protocolos de exercício excêntrico.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo investigar se o PCI atenuaria da mesma forma a magnitude da mudança dos marcadores de DM induzido por diferentes protocolos de exercício excêntrico. As hipóteses testadas foram: 1) o PCI atenuaria o DM induzido por EEL e EER; 2) A proteção conferida pelo PCI seria menos eficiente contra o DM induzido pelo EER. Como demonstrado, o PCI acelerou a recuperação dos participantes, nas duas condições de DM e a magnitude de proteção foi diferente entre os marcadores avaliados.

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, foi possível observar que houve a manifestação de DM nos flexores do cotovelo dos participantes dos quatro grupos, evidenciada pela diminuição da capacidade de produção de força muscular, surgimento da dor muscular de início tardio e inchaço na região afetada, após ambos os protocolos de exercício excêntrico utilizados (EEL ou EER). A magnitude das mudanças nos marcadores de DM dos grupos CON-L e CON-R foram semelhantes estatisticamente (i.e. sem diferença entre grupos). No entanto, os sujeitos expostos ao EER apresentaram capacidade de produção de força diminuída ($p < 0,05$) e dor muscular aumentada ($p < 0,05$) em relação ao valor pré-exercício, que persistiu até o final do período de avaliação do estudo (96h). Entretanto, os indivíduos expostos ao EEL permaneceram com diferenças significativas ($p < 0,05$) nos marcadores de DM até 72h pós exercício. Desta forma, a maior duração dos sintomas de DM induzido pelo protocolo de exercício excêntrico em alta velocidade ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$) em comparação à apresentada pelos participantes que realizaram o exercício lento ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$), nos permite assumir que os diferentes protocolos de exercício excêntrico (EEL e EER) induziram diferentes magnitudes de DM, corroborando com o que já foi previamente apresentado na literatura (CHAPMAN et al., 2006; CHAPMAN et al., 2008) e com uma das hipóteses do presente estudo.

No entanto, Chapman et al. (2006) e Chapman et al. (2008) também encontraram diferenças significativas na magnitude da mudança dos marcadores indiretos de DM entre os exercícios de diferentes velocidades, além da recuperação mais rápida dos marcadores de DM induzido por velocidades mais baixas. Contudo, Chapman et al. (2006) e Chapman et al. (2008), utilizaram protocolos de exercício excêntrico com velocidades mais extremas, de $30^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $210^{\circ} \cdot s^{-1}$ (i.e. velocidade do exercício rápido 7 vezes maior que do exercício lento) para indução de diferentes

magnitudes de DM, enquanto as velocidades escolhidas para os protocolos de MaxECC do presente estudo foram mais próximas, $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (i.e. velocidade do exercício rápido 3 vezes maior que do exercício lento). Assim como nos trabalhos citados anteriormente, foi utilizado para este, o mesmo tempo sob tensão excêntrica como critério para igualar os protocolos de exercício excêntrico lento e rápido. No entanto, o tempo sob tensão escolhido por Chapman et al. (2006) (120 segundos) foi maior que o utilizado neste estudo (45 segundos) para as duas velocidades de MaxECC. Ainda, o volume de contrações utilizado pelo estudo de Chapman et al. (2006) foi maior (30 MaxECC para velocidade lenta e 210 MaxECC para velocidade rápida) comparado ao volume utilizado nos protocolos de exercício excêntrico deste trabalho (30 MaxECC para o EEL e 90 MaxECC para o EER). Ademais, no estudo de Chapman et al. (2008), houve diferença significativa na magnitude de perda de força dinâmica quando as diferentes velocidades eram testadas em protocolos de exercício excêntrico com grandes volumes de contração (i.e. 210 contrações), o que também pode ter colaborado com as diferenças de magnitude de DM induzido por diferentes velocidades de exercício excêntrico com o mesmo tempo sob tensão.

Quanto à eficácia do PCI, os participantes dos grupos ISO-L e ISO-R – que realizaram esta estratégia – apresentaram recuperação acelerada na capacidade de produção de força muscular e dor, comparada à recuperação dos seus respectivos grupos controle (CON-L e CON-R), demonstrando a efetividade do PCI na proteção contra o DM. Esses achados corroboram com estudos previamente realizados (CHEN et al., 2012a; CHEN et al., 2012b; CHEN et al., 2013), que evidenciam a eficácia do pré-condicionamento isométrico como estratégia de atenuação do DM induzido pelo exercício excêntrico nos flexores do cotovelo.

No que diz respeito à magnitude do efeito protetor conferido pelo mesmo protocolo de PCI contra diferentes magnitudes de DM (induzido ora por EEL, ora por EER), representada pelos resultados de IP mostrados anteriormente, foi possível identificar uma eficácia distinta do PCI entre os grupos para cada variável. O valor maior do IP dos grupos que realizaram o EEL na medida de força muscular indica que, supostamente, o PCI foi mais eficaz para esta variável na condição de menos DM, corroborando com a nossa hipótese. O mesmo parece ter ocorrido para a eco intensidade das imagens ultrassonográficas dos flexores do cotovelo dos participantes. Os valores de IP relacionados à dor muscular dos participantes foram aparentemente semelhantes entre os grupos que realizavam EEL e EER, evidenciando um efeito

protetor semelhante resultante do PCI contra o DM induzido pelas duas velocidades de exercício excêntrico. No entanto, o efeito protetor sobre a espessura muscular dos indivíduos expostos ao EER se mostrou maior, se comparados os valores de IP com os dos grupos submetidos ao EEL, refutando uma das hipóteses iniciais, na qual o PCI garantiria maior magnitude de proteção contra o exercício que representa menor estresse à musculatura. De forma geral, o PCI induziu um potente efeito protetor contra as diferentes magnitudes de DM, evidenciado pelos valores robustos de IP, com exceção do efeito protetor relacionado à espessura muscular contra o DM gerado pelo EEL. Contudo, para o cálculo do IP, foi considerada a magnitude da mudança da variável durante seu pico de manifestação descrito na literatura, de acordo com utilizado por Hyldahl et al. (2016), e não necessariamente, o pico de manifestação da variável para cada participante, que devido a individualidade biológica, pode ocorrer em momentos diferentes dos previamente descritos pelos estudos sobre DM.

A partir dos resultados discutidos anteriormente e dos mecanismos fisiológicos propostos para explicar a perda na capacidade de produção de força e o desenvolvimento de dor e inchaço muscular após o exercício causador de DM (CLARKSON & HUBAL, 2002; HYLDAHL & HUBAL, 2013), é possível especular em qual etapa deste fenômeno o PCI atua efetivamente protegendo contra o DM. A diminuição na capacidade de produção de força muscular pode ser explicada principalmente devido ao dano primário causado pelo exercício, no qual o estiramento das fibras musculares causa: perda da sobreposição dos filamentos contráteis do sarcômero, disfunção na abertura dos canais iônicos presentes no sarcolema, ruptura na membrana da célula muscular e consequentes distúrbios no acoplamento excitação-contração (ARMSTRONG, 1990; LIEBER & FRIDÉN, 1993). Em contrapartida, a manifestação de dor e inchaço muscular ocorrem devido a um dano secundário, causado pela migração de células do sistema imunológico que iniciam um processo inflamatório na região afetada, desencadeando a liberação de mediadores químicos (i.e. bradicininas e prostaglandinas) que atuam diretamente em nociceptores presentes na fibra muscular (CRENSHAW et al., 1994; O'CONNOR & COOK, 1999).

No entanto, todos os grupos apresentaram diminuição estatisticamente igual ($p < 0,05$) na capacidade de produção de força após ambos os protocolos de MaxECC, com ou sem PCI. Isso indica, que os mecanismos que explicam o efeito protetor do PCI devem estar menos relacionados ao fortalecimento da matriz extracelular – que garantiria maior proteção contra a perda de força - uma vez que, não houve diferença

estatística entre os grupos para esta variável. Ainda, os resultados que demonstram adaptação da matriz extracelular induzido por contrações isométricas máximas (MACKEY et al., 2011) também relatavam significativo dano tecidual após o PCI. Dessa forma, ainda não se sabe se é necessária a ocorrência de dano tecidual para que haja remodelamento da matriz extracelular. Contudo, adaptações no processo inflamatório (dano secundário), parecem fazer parte dos principais mecanismos que suportam a proteção concedida pelo PCI, considerando que os resultados de IP foram aparentemente maiores ou semelhantes para os sintomas que se manifestam nesta fase (i.e. inchaço e dor muscular) nas condições de DM de maior magnitude.

A atenuação da perda de capacidade de produção de força, identificada nos grupos que realizaram PCI, pode ser resultado de adaptações mecânicas do complexo músculo-tendão, como aumento da complacência muscular (KAY & BLAZEVOICH, 2009), ou de adaptações relacionadas ao sistema nervoso, como o aprimoramento na ativação e sincronização do recrutamento de unidades motoras da musculatura agonista e antagonista (GREEN et al., 2014).

Ainda, há evidências da ocorrência de um possível fortalecimento da matriz extracelular após a realização de contrações isométricas máximas (MACKEY et al., 2011). Porém, esta resposta adaptativa ao pré-condicionamento parece não acontecer sem a indução de um dano prévio à musculatura, coincidindo com os resultados relacionados à capacidade de produção de força apresentados anteriormente, em que a diminuição foi idêntica entre as quatro condições (i.e. pouca proteção contra o dano primário).

Os possíveis mecanismos do efeito protetor conferido pelo PCI apresentados na literatura (LIMA & DENADAI, 2015), estão, em sua maioria, relacionados a adaptações no processo inflamatório e atenuação do dano secundário. Mudanças na expressão de genes relacionados a espécies reativas de oxigênio, aumento na expressão de proteínas de choque-térmico e maior acúmulo de neutrófilos na musculatura após o exercício isométrico máximo, são achados que indicam um efeito protetor mais robusto na segunda fase do DM.

A magnitude do efeito protetor conferido pelo PCI para as variáveis, dor e inchaço muscular, indicado pelos resultados de IP apresentados anteriormente, corrobora com a hipótese de que o exercício isométrico prévio induz adaptações no tecido muscular, conferindo maior proteção contra o dano induzido pela resposta inflamatória, uma vez que os sintomas atenuados se desenvolvem nesta fase do DM.

Como demonstrado por Pizza et al. (2002), contrações isométricas máximas podem induzir aumentos significativos no acúmulo de neutrófilos no tecido muscular, sem a manifestação de dano tecidual, em modelo animal. McArdle et al. (2001), encontrou aumento na expressão de proteínas de choque-térmico (i.e HSP60 e HSP7) quando realizadas 164 contrações isométricas no músculo sóleo de ratos. Curiosamente, o aumento destas proteínas começou entre duas e quatro horas após o exercício isométrico - com pico entre dezoito e quarenta e oito horas - e permaneceu alto até setenta e duas horas depois. Esses momentos coincidem com o a janela de atuação do PCI, que induz adaptações a curto prazo (um ou dois dias) com breve duração de tempo (aproximadamente quatro dias), e induz um potente efeito protetor contra o DM induzido poucos dias após. Ainda, McArdle et al. (2004), encontraram aumentos na expressão do gene da haemoxygenease-1 e aumento da produção de espécies reativas de oxigênio induzidos por um protocolo de pré-condicionamento isométrico, o que também pode ter um papel importante nos mecanismos de proteção contra o dano secundário induzido pelo exercício. Portanto, uma resposta inflamatória aguda aumentada e melhor direcionada aos tecidos danificados pelo exercício, podem colaborar com uma recuperação mais rápida do músculo após a indução do DM seguido do PCI (DEYHLE et al., 2016; HUBAL et al., 2008). É necessário ressaltar que o construto teórico a respeito dos mecanismos envolvidos no PCI foi majoritariamente desenvolvido em modelo animal enquanto os estudos investigando os efeitos funcionais desse fenômeno foram conduzidos em humanos. Isso revela uma dicotomia entre a compreensão mecanicista e aplicada do PCI e a necessidade de estudos mecanicistas em ensaios clínicos randomizados em humanos.

Considerando os efeitos deletérios do DM em diversos nichos do esporte e da atividade física e o crescente número de evidências que comprovam a eficácia do PCI na proteção contra o DM, é possível propor aplicações práticas para esta estratégia. Sabendo que o DM ocorre frequentemente após a realização de um exercício ao qual o indivíduo não está habituado, como no início de um programa de treinamento, seja no treinamento resistido em academias de ginásticas ou no engajamento a alguma prática física que represente algum estresse ao tecido músculo-esquelético, o PCI pode ser utilizado para atenuar a magnitude dos sintomas indesejáveis do DM (MYERS & ROTH, 1997; TWIST & ESTON, 2005), preservando a performance do indivíduo, acelerando sua recuperação e de forma indireta, colaborando com a satisfação e aderência do iniciante na atividade ou exercício físico.

Como limitações encontradas no presente estudo, pode-se pontuar que nenhum marcador sérico de inflamação ou extravasamento de proteínas intramuscular foram avaliados. Mesmo sabendo da importância destas medidas para compreensão dos mecanismos do PCI e para avaliação da magnitude do DM, os métodos de coleta e análise sanguínea envolvem procedimentos mais complexos e ferramentas de difícil acesso no momento. Outra possível limitação do estudo, pode estar relacionada ao delineamento experimental utilizado, que não incluiu avaliações pré e pós o PCI, com intuito de observar se este exercício induziu alguma mudança nos marcadores de DM antes do exercício excêntrico. No entanto, alguns estudos (CHEN et al., 2012a; CHEN et al., 2012b; CHEN et al., 2013) já demonstram que protocolos idênticos de PCI nos flexores do cotovelo não induzem aumentos significativos nos marcadores de DM. Ainda, os mecanismos envolvidos na proteção conferida pelo PCI são pouco estudados, o que evidencia a necessidade de mais pesquisas sobre o assunto. O comportamento das medidas de eco intensidade, incompatível com o visto na literatura, pode ser explicado pelo nível de brilho (i.e. *B-Gain*) utilizado para a aquisição das imagens ultrassonográficas, que parece ser maior do que o utilizado em outros estudos. Possivelmente, a aquisição de uma imagem com mais brilho, ou, mais clara, tenha influenciado na detecção do edema proveniente do DM, que é observado como uma região esbranquiçada na imagem de ultrassom.

5 CONCLUSÃO

Consideramos, portanto, a partir dos resultados apresentados no presente estudo, que o PCI confere um potente efeito protetor contra diferentes magnitudes de DM induzido em jovens destreinados. Ainda, o PCI pode ser utilizado como uma estratégia interessante para acelerar a recuperação do DM induzido por diferentes protocolos de exercício excêntrico.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, R. B. Initial events in exercise-induced muscular injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 22, n. 4, p. 429–35, 1990.
- CHAPMAN, D. et al. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, Cologne, v. 27, n. 8, p. 591-8, 2006.
- CHAPMAN, D. W. et al. Effect of Lengthening Contraction Velocity on Muscle Damage of the Elbow Flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 40, n. 5, p. 926-33, 2008.
- CHEN, H. L. et al. Two maximal isometric contractions attenuate the magnitude of eccentric exercise induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Ottawa, v. 37, n. 4, p. 680-89, 2012a.
- CHEN, T. C. et al. Muscle damage responses of the elbow flexors to four maximal eccentric exercise bouts performed every 4 weeks. *European Journal of Applied Physiology*, Berlim, v. 106, n. 1, p.267-275, 2009.
- CHEN, T. C. et al. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. *European Journal Of Applied Physiology*, Berlim, v. 111, n. 2, p. 211-223, 2011.
- CHEN, T. C. et al. Attenuation of Eccentric Exercise–Induced Muscle Damage by Preconditioning Exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 44, n. 11, p. 2090-98, 2012b.
- CHEN, T. C. et al. Effect of two maximal isometric contractions on eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors. *European Journal of Applied Physiology*, Berlim, v. 113, n. 6, p. 1545-54, 2013.
- CHEN, T. C. et al. Superior Effects of Eccentric to Concentric Knee Extensor Resistance Training on Physical Fitness, Insulin Sensitivity and Lipid Profiles of Elderly Men. *Frontiers In Physiology*, Columbus, v. 8, n. 209, p. 1-11, 2017.
- CLARKSON, P. M.; NOSAKA, K.; BRAUN, B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 24, n. 5, p. 512–520, 1992.
- CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, Massachusetts, v. 81, n. 11, p. 52-69, 2001.
- CRENSHAW, A. G.; THORNELL, L. E.; FRIDÉN, J. Intramuscular pressure, torque and swelling for the exercise-induced sore vastus lateralis muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, Oxford, v. 152, n. 3, p. 265–77, 1994.

DAMAS, F. et al. Susceptibility to Exercise-Induced Muscle Damage: a Cluster Analysis with a Large Sample. *International Journal of Sports Medicine*, Cologne, v. 37, n. 08, p. 633-40, 2016.

DEYHLE, M. R. et al. Skeletal muscle inflammation following repeated bouts of lengthening contractions in humans. *Frontiers in Physiology*, Columbus, v. 6, p. 424, 2016.

GREEN, L. A.; PARRO, J. J.; GABRIEL, D. A. Quantifying the familiarization period for maximal resistive exercise. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism*, Ottawa, v. 39, n. 3, p.275-281, 2014.

HIROSE, L. et al. Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. *Exercise Immunology Review*, Greven, v. 10, p. 75–90, 2004.

HYLDAHL, R. D.; CHEN, Trevor C.; NOSAKA, K. Mechanisms and Mediators of the Skeletal Muscle Repeated Bout Effect. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Indianapolis, v. 45, n. 1, p. 24-33, 2016.

HYLDAHL, R. D.; HUBAL, M. J. Lengthening our perspective: Morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Muscle & Nerve*, Nova Iorque, v. 49, n. 2, p.155-170, 2013.

KAY, A. D.; BLAZEVOICH, A. J. Isometric contractions reduce plantar flexor moment, Achilles tendon stiffness, and neuromuscular activity but remove the subsequent effects of stretch. *Journal Of Applied Physiology*, Bethesda, v. 107, n. 4, p.1181-89, 30 jul. 2009.

LIEBER, R. L.; FRIDÉN, J. Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 74, n. 2, p. 520–6, 1993.

LIMA, L. C. R.; DENADAI, B. S. Efeito protetor após sessões de exercício excêntrico: comparação entre membros superiores e inferiores. *Motriz*, Rio Claro, v. 17, n. 4, p. 738-747, 2011.

LIMA, L. C. R.; DENADAI, B. S. Attenuation of eccentric exercise-induced muscle damage conferred by maximal isometric contractions: a mini review. *Frontiers in Physiology*, Columbus, v. 6, p. 1-7, 2015.

MACKEY, A. L. et al. Sequenced response of extracellular matrix deadhesion and fibrotic regulators after muscle damage is involved in protection against future injury in human skeletal muscle. *FASEB Journal*, Bethesda, v. 25, n. 6, p. 1943-59, 2011.

MCARDLE, A. et al. Contractile activity-induced oxidative stress: cellular origin and adaptive responses. *American Journal of Physiology*. Bethesda, v. 280, n. 3, p.621-7, 2001.

MCARDLE, F. et al. Preconditioning of skeletal muscle against contraction-induced damage: the role of adaptations to oxidants in mice. *The Journal of Physiology*, Londres, v. 561, n. 1, p. 233-44, 2004.

MCHUGH, M. P. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Nova Iorque, v. 13, n. 1, p. 88-97, 2002.

MYERS, R.S.; ROTH, D.L. Perceived benefits of and barriers to exercise and stage of exercise adoption in young adults. *Health Physiology*, Hillsdale, v. 16, n. 3, p. 277-83, 1997.

NOSAKA, K.; SAKAMOTO, K. Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 33, n. 1, p. 22-29, 2001.

NOSAKA, K. et al. The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 85, n. 1-2, p. 34-40, jul. 2001a.

NOSAKA, K. et al. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 33, n. 9, p. 1490-95, 2001b.

NOSAKA, K. et al. Muscle Damage in Resistance Training: Is Muscle Damage Necessary for Strength Gain and Muscle Hypertrophy? *International Journal of Sport and Health Science*, Tóquio, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2003.

O'CONNOR, P. J.; COOK, D. B. Exercise and pain: The neurobiology, measurement, and laboratory study of pain in relation to exercise in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Indianapolis, v. 27, p. 119-66, 1999.

OLIVEIRA, A. S. et al. Effects of a single habituation session on neuromuscular isokinetic profile at different movement velocities. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 110, n. 6, p.1127-33, 2010.

PASCHALIS, V. et al. Equal Volumes of High and Low Intensity of Eccentric Exercise in Relation to Muscle Damage and Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v. 19, n. 1, p. 184-188, 2005.

PIZZA, F. X. et al. Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 92, n. 5, p. 1873-8, 2002.

TSENG, K. W. et al. Protective effect by maximal isometric contractions against maximal eccentric exercise-induced muscle damage of the knee extensors. *Research in Sports Medicine*, Filadélfia, v. 24, n. 3, p. 228-241, 2016.

TWIST, C.; ESTON, R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, Berlim, v. 94, n. 5, p.652-8, 2005.

WARREN, G. L.; LOWE, D. A.; ARMSTRONG, R. B. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine*, (online), v. 27, n. 1, p. 43–59, 1999.

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS DE RIO CLARO
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Eficácia do pré-condicionamento isométrico na proteção contra diferentes magnitudes de dano muscular induzido pelo exercício

Pesquisador: Benedito Sérgio Denadai

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77719717.5.0000.5465

Instituição Proponente: Instituto de Biociências de Rio Claro/ Universidade Estadual Paulista -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.422.723

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa de Iniciação Científica do aluno Renan Vieira Barreto (IC) orientada pelo Prof. Dr. Benedito Sergio Denadai, do Departamento de Educação Física, com o seguinte título: "Eficácia do pré-condicionamento isométrico na proteção contra diferentes magnitudes de dano muscular induzido pelo exercício".

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo será avaliar a eficácia de um protocolo de pré-condicionamento isométrico na proteção contra diferentes magnitudes de dano muscular induzido pelo exercício.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos pertinentes ao protocolo são aqueles inerentes a qualquer prática de exercícios extenuantes, que podem ser hipotensão, hipoglicemia, ou mal estar (náuseas e vômitos), que ocorrem com pouca frequência e retornam a normalidade após alguns minutos, raramente necessitando de procedimentos para reverter este quadro. Outro risco seria o do aparecimento de dores resultantes de um processo inflamatório normal que acontece para a reestruturação do tecido danificado. Essas dores devem passar em um período de 2 a 7 dias. Estes riscos serão descritos aos participantes no momento do recrutamento, podem ser esclarecidos a qualquer momento pelo responsável dos testes, e tendem a ser minimizados

Endereço: Av.24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: cepib@rc.unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS DE RIO CLARO
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL



Continuação do Parecer: 2.422.723

pelas condições de pronto atendimento em caso de acidente, que envolve o chamado da Unidade de Resgate do Corpo de Bombeiros, com equipamentos médicos e motorista, auxiliar e encarregado para a realização dos primeiros socorros.

Benefícios:

Os possíveis benefícios para o participante da pesquisa são a ciência de variáveis relacionadas ao desempenho neuromuscular. Além disso, os participantes poderão de beneficiar de um duradouro efeito protetor contra o dano muscular induzido pelas sessões de exercício excêntrico máximo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O presente estudo será realizado nas dependências do Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro. As coletas de dados serão realizadas no Laboratório de Avaliação da Performance Humana. O projeto foi submetido ao comitê de ética em pesquisa com seres humanos do Instituto de Biociências do campus de Rio Claro (.).

Serão recrutados para participar do presente estudo 40 estudantes universitários do sexo masculino, saudáveis e destreinados. Os participantes serão randomicamente distribuídos em quatro grupos ($n = 10$) (CON-L, CON-R, ISO-L e ISO-R) por meio de sorteio único realizado em um aplicativo de smartphone (Sorteio para iOS, StartupLabs, Brasil).

3.1. Delineamento experimental

O presente projeto de pesquisa será conduzido em forma de estudo clínico controlado e randomizado. Os participantes dos grupos CON-L e CON-R comparecerão ao laboratório em seis ocasiões diferentes e, os participantes dos grupos ISO-L e ISO-R, em sete. A primeira visita de todos os grupos será designada para o fornecimento do consentimento para participação na pesquisa e para a familiarização aos procedimentos a serem realizados no laboratório. Ao final da primeira visita, cada participante será aleatoriamente alocado em um dos grupos do estudo.

Os participantes dos quatro grupos passarão por uma sessão de exercício excêntrico na semana seguinte à da familiarização, respeitando um intervalo de 3-7 dias entre a familiarização e o exercício. Os grupos CON-L e ISO-L, realizarão um protocolo exercício excêntrico lento (EEL) (30 MaxECC, em velocidade angular de $60^\circ/\text{s}$, nos músculos flexores do cotovelo). Os grupos CON-R e ISO-R, realizarão um protocolo de exercício excêntrico rápido (EER) (90 MaxECC, em velocidade angular de $180^\circ/\text{s}$, nos músculos flexores do cotovelo). O critério de equalização dos exercícios excêntricos no presente estudo foi baseado no tempo sob tensão de 45 segundos durante as MaxECC. Os grupos ISO-L e ISO-R realizarão um protocolo de PCI (10 contrações isométricas máximas, com 3 segundos de duração, 20s de flexão do cotovelo e 45 segundos de descanso).

Endereço: Av.24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: cepib@rc.unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS DE RIO CLARO
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL



Continuação do Parecer: 2.422.723

entre as repetições) dois dias antes da realização das MaxECC. Os seguintes sintomas indiretos de dano muscular serão coletados antes, imediatamente após e 1-4 dias após a realização do exercício excêntrico: pico de torque isocinético dos músculos flexores do cotovelo, percepção subjetiva de dor nos mesmos, espessura muscular medida por ultrassonografia e eco-intensidade da imagem de ultrassom da musculatura afetada.

O pico de torque isocinético dos flexores do cotovelo será medido através de contrações voluntárias máximas realizadas em um dinamômetro isocinético (System 3, Biodex System, EUA). Serão realizadas três contrações isométricas concêntricas consecutivas, com velocidade de 60o.s-1 e amplitude de movimento de 120o de flexão do cotovelo.

Para a quantificação da percepção subjetiva de dor (PSD), os voluntários serão orientados a palpar a musculatura investigada no presente estudo e preencher uma escala de análogos visuais (EAV). A EAV consiste em uma linha contínua de 100mm com os dizeres "Sem dor" em um lado (0mm), e "Muita, muita dor" no outro (100mm).

Serão coletadas imagens de ultrassom, na função B-mode, da porção medial do braço dos participantes, utilizando um probe de 38 mm e frequência de captura de 9.0 MHz com aparelho portátil de ultrassonografia (Prosound 2, ALOKA, Japão). A espessura muscular será calculada como a distância entre a parte inferior da camada adiposa (início do tecido muscular) e o úmero. A eco-intensidade será determinada pela escala de cinza assistida por computador, utilizando a função ImageJ 1.42q do software (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland). Imagens individuais do grupo muscular envolvido no estudo serão digitalizadas e analisadas.

Forma de análise dos resultados: A distribuição dos dados a serem obtidos no presente estudo será testada pelo teste de Shapiro-Wilk. Caso os dados apresentem distribuição gaussiana, serão expressos como média $\pm$ desvio padrão e a variância das amostras será investigada por meio de ANOVAs fatoriais de dois caminhos: tempo (6) vs grupo (4). Quando identificados efeitos significantes de tempo e/ou grupo, serão aplicados testes post hoc de Bonferroni. Se identificado efeito significativo de interação grupo vs tempo, análises par-a-par serão realizadas por meio de ANOVAs one-way para amostras pareadas (tempo) e não pareadas (grupo) seguidas de post hocs de Bonferroni. Caso os dados não apresentem distribuição gaussiana, serão expressos como mediana e intervalo interquartil e serão aplicados o teste de Friedman para identificar alterações nos marcadores de DM ao longo do tempo e o teste de Kruskal-Wallis para identificar diferenças entre grupos. O nível de significância adotado será de $z < 0.05$ para todos os testes. Participantes da pesquisa: homens adultos de 18 a 30 anos, portanto, maiores de idade.

Eles não serão submetidos a formulários, questionários, entrevistas;

Endereço: Av.24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: cepib@rc.unesp.br

**UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS DE RIO CLARO
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL**



Continuação do Parecer: 2.422.723

Local de desenvolvimento da pesquisa: Laboratório do departamento de Educação Física. Unesp Campus Rio Claro.

A pesquisa tem previsão de duração de 1/8/2017 a 1/2/2018. Foi apresentado o cronograma de pesquisa no IPB e no projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O autor corrigiu o nome na IBP E TCIE, conforme recomendado.

No IBP foi incluída a metodologia de coleta e análise dos dados, conforme recomendado.

No cronograma do projeto, bem como no IBP, o contato com os participantes da pesquisa esta previsto para segundo semestre de 2017, mas o projeto ainda nao foi aprovado no CEP. Solicitamos adequar o cronograma para execução apos aprovação no CEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O CEP APROVA O PROTOCOLO DE PESQUISA, CONSIDERANDO QUE O PROCESSO ESTÁ EM ANÁLISE DESDE ABRIL/17 E QUE A COLETA DE DADOS SE ENCERRA EM JULHO/18. PORÉM INDICAMOS QUE A COLETA DE DADOS SOMENTE SE INICIE APÓS A PRESENTE APROVAÇÃO.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

- 1) De acordo com a Resolução CNS nº 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatório final.
- 2) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada.
- 3) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas , colocando as assinaturas na última página.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Av.24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: cepib@rc.unesp.br

**UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS DE RIO CLARO
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL**



Continuação do Parecer: 2.422.723

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_908015.pdf	17/10/2017 17:46:10		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	17/10/2017 17:41:13	Benedito Sérgio Denadai	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	26/09/2017 18:05:13	RENAN VIEIRA BARRETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PIBICcorrigido2.doc	27/04/2017 14:43:36	Benedito Sérgio Denadai	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO CLARO, 07 de Dezembro de 2017

**Assinado por:
Flávio Soares Alves
(Coordenador)**

Endereço: Av.24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: cepib@rc.unesp.br

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - (TCLE) (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Eu, Prof. Dr. Benedito Sérgio Denadai, Professor Titular do Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro, orientador do aluno Renan Vieira Barreto, RG 57.189.915-8, do curso de Bacharelado em Educação Física, convido o Sr. para participar de uma pesquisa que será desenvolvida na UNESP, como parte das atividades da Iniciação Científica (IC) do orientando, com o seguinte título: “Eficácia do pré-condicionamento isométrico na proteção contra diferentes magnitudes de dano muscular induzido pelo exercício”. O objetivo do presente estudo será investigar se realizar contrações isométricas (sem movimento do braço) máximas diminuem de maneira similar alguns sintomas de dano muscular (microlesões no tecido muscular) causados por duas sessões diferentes de contrações máximas de movimento negativo (quando o músculo se alonga enquanto contraído, ou “fase descendente”).

Vale informá-lo que toda pessoa que for realizar os testes terá acesso aos seus resultados, assim como poderá solicitar esclarecimentos, antes e durante a realização da pesquisa. Nenhum resultado será divulgado ou levado ao conhecimento de pessoas estranhas ao Laboratório de Avaliação da Performance Humana, garantindo que a sua participação no estudo seja anônima. Você poderá abandonar os testes a qualquer momento, sem prestar qualquer tipo de esclarecimento, e sem nenhum tipo de prejuízo. Você não terá nenhum tipo de despesa financeira durante a pesquisa e, portanto, não haverá necessidade de ressarcimento, sendo sua participação voluntária. Você terá sempre o acompanhamento e assistência de um membro do laboratório durante todos os testes que serão realizados e, caso haja qualquer dúvida, você pode questioná-lo a qualquer momento.

A duração total das coletas será de 14 dias, sendo que você realizará uma ou duas sessões de exercício envolvendo contrações musculares máximas e comparecerá a cinco sessões de avaliação. Nas sessões de exercício dos músculos do braço (bíceps), você realizará as contrações em um aparelho específico em três situações diferentes: contrações com movimento lento, contrações com movimento rápido e contrações sem movimento do braço. Durante todas essas contrações você será instruído a realizar o máximo de força possível contra a alavanca do aparelho.

Nas cinco sessões de avaliação, realizadas no laboratório, você terá a força dos músculos do seu braço medida no mesmo aparelho utilizado para as sessões de exercício. Para tanto, você precisará contrair os músculos do seu braço com o máximo de força possível por 3 vezes. A dor muscular que você estiver sentindo no seu braço será avaliada por uma escala visual e serão coletadas imagens dos músculos do seu braço por meio de um aparelho de ultrassonografia.

É necessário informá-lo dos riscos e benefícios que envolvem esta pesquisa. Sendo assim, seguem algumas considerações. Os riscos aos quais se está sujeito durante a realização dos testes de força no laboratório, principalmente os que envolvem contrações de movimento negativo, são dores nos músculos do braço estudado, e, muito raramente, luxações (deslocamento) em alguma das articulações do membro. Entretanto, devido à estabilização fornecida pelo aparelho de avaliação, essas situações são extremamente raras. Caso ocorra alguma lesão, será acionada uma Unidade de Resgate do Corpo de Bombeiros, com equipamento médico e motorista. Os primeiros socorros serão prestados no laboratório por profissionais experientes na área de Educação Física e Biomedicina, que acompanharão todos os testes. Caso necessário, você será transportado pela Unidade de Resgate do Corpo de Bombeiros para um hospital.

Os benefícios esperados para este estudo são o fornecimento de informações a respeito da sua força e qualidade muscular. A partir dessas informações, e com o auxílio do seu treinador e/ou um profissional de educação física, você poderá realizar sessões de treinamento para aprimorar a força dos músculos do seu braço.

Se você sentir-se suficientemente esclarecido sobre essa pesquisa, seus objetivos, eventuais riscos e benefícios; convido-o a assinar este Termo, elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com você e outra com o pesquisador.

DADOS DA PESQUISA

Título do projeto: Eficácia do pré-condicionamento isométrico na proteção contra diferentes magnitudes de dano muscular induzido pelo exercício

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Benedito Sérgio Denadai

Cargo/função: Professor titular

Instituição: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – Campus de Rio Claro

Endereço: Avenida 24-A, 1313, Bela Vista, Rio Claro – SP

Fone: (19) 3526-4325

e-mail: bdenadai@rc.unesp.br

Aluno-Pesquisador: Renan Vieira Barreto

RG: 57.189.915-8

Instituição: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"- Campus de Rio Claro

Endereço: Rua 12B, 845, Bela Vista, Rio Claro – SP

Fone: (12)99142-0311; e-mail: reenanvb@gmail.com

CEP-IB/UNESP-CRC

Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP

Telefone: (19) 35269678

Dados sobre o participante da Pesquisa:

Nome: _____

Documento de Identidade: _____ Sexo: _____

Telefone para contato: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Data: ____/____/____

Assinatura do Voluntário

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador