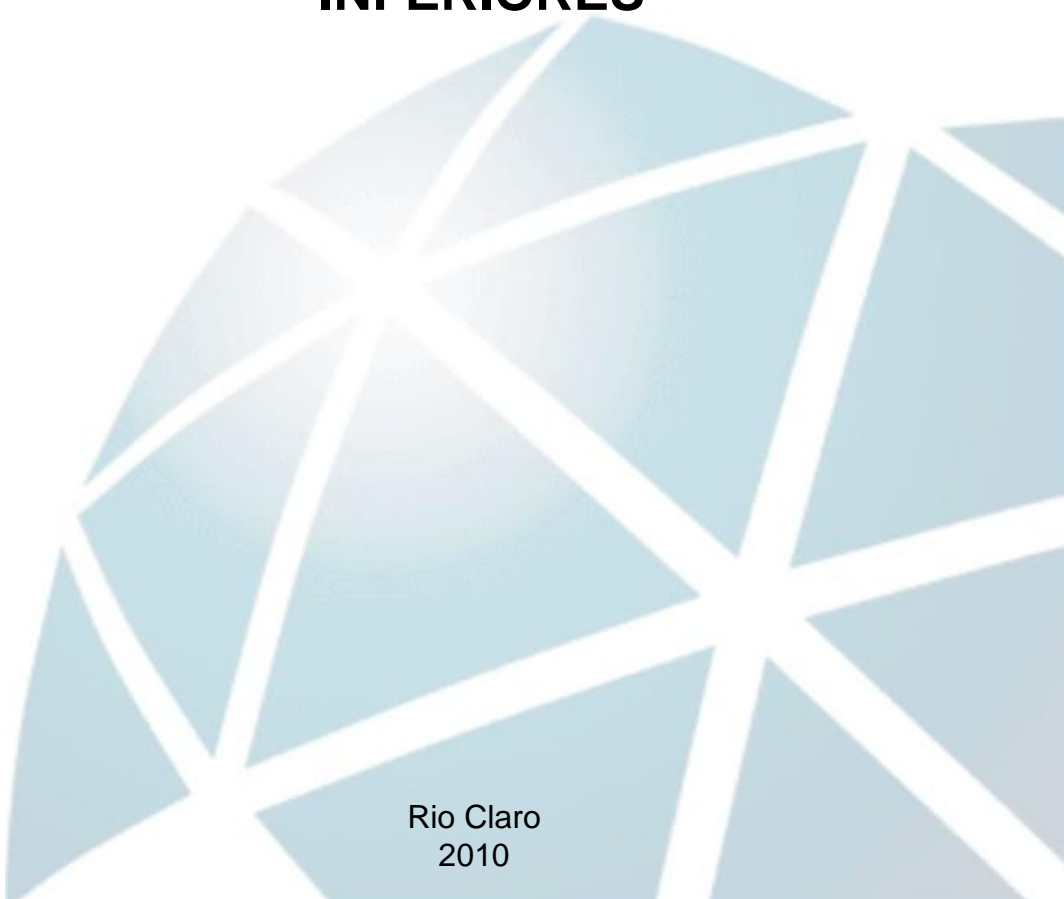

BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

LEONARDO COELHO RABELLO DE LIMA

**EFEITO PROTETOR APÓS SESSÕES DE
EXERCÍCIO EXCÊNTRICO: COMPARAÇÃO
ENTRE MEMBROS SUPERIORES E
INFERIORES**



Rio Claro
2010

Leonardo Coelho Rabello de Lima

**Efeito protetor após sessões de exercício excêntrico:
Comparação entre membros superiores e inferiores**

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio
Claro, para obtenção do grau de bacharel em
educação física.

Rio Claro
2010

796.022 Lima, Leonardo Coelho Rabello de
L732e Efeito protetor após sessões de exercício excêntrico:
comparação entre membros superiores e inferiores / Leonardo
Coelho Rabello de Lima. - Rio Claro : [s.n.], 2010
35 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação
Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro
Orientador: Benedito Sérgio Denadai

1. Cinesiologia. 2. Dano muscular. 3. Fator de proteção. 4.
Contrações excêntricas. I. Título.

*Aos meus finados avós João José de Lima e Emilio Coelho,
de quem me lembro pouco mas sinto muito falta.*

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo as pessoas que estão comigo desde antes da universidade; minha família. Em primeiro lugar, meus pais, Roberto e Marta, pelo suporte e a presença sempre que precisei, pelo incentivo nas horas mais difíceis, pelo carinho e pela educação que me deram. Tenho certeza que sem a ajuda de vocês não chegaria à metade do caminho que cheguei. Tenho muito orgulho de ter duas pessoas tão brilhantes como pais e não imagino como seria minha vida sem vocês. Agradeço também ao Ique, meu irmão mais velho que serviu de exemplo e amigo a minha vida toda e continua, mesmo depois de adultos, sendo um parceiro em quem posso confiar totalmente. Também agradeço a Bruna, minha cunhada, que já faz parte da família há sete anos agora e tenho certeza que fará por mais muitos anos. Obrigado pelas risadas e também pelos momentos de reflexão. Também agradeço muito à Di, minha tia/madrinha/segunda mãe por sempre se preocupar com tudo que acontece na minha vida e me “estragar” um pouco. Além de sempre ser minha defensora mesmo quando não estou certo e pelos congelados de toda semana sem os quais minha vida em Rio Claro seria muito mais dura. Não tem como não agradecer à minha avó Anna e à Nitinha por sempre se interessarem por todas as escolhas que fiz independente de suas opiniões, pelos almoços, caronas até as aulas de inglês, carinho e por fazerem parte importantíssima da minha criação. Aos meus tios Emílio, Eliane e ao Rafa pelos bons momentos passados e a presença em boa parte da minha vida.

Pessoas que também não podem passar despercebidas são meus amigos de Campinas. Gus, pelas inúmeras noites jogando vídeo game (juntos ou pela internet) e pelo companheirismo que continuou mesmo depois de cada um seguir seu rumo. Fernando, Lyan, Ramos, Gui, William e Vicente por, mesmo me vendo umas 4 vezes por ano, sempre terem muito em comum comigo e continuarem sendo as mesmas pessoas que eu conheci no anglo. Rosinha (esse não é de Campinas) que, além de ser muito boa gente, contribuiu para a minha formação com os treinos de corrida e musculação passados (assim como o Ique).

De maneira muito especial, agradeço ao Moisés, meu eterno professor e um dos motivos de eu ter escolhido essa carreira. Agradeço não só pelo exemplo como profissional, mas por tudo que fez por e para mim e pelo que me ensinou sobre o Handebol e a vida.

Sou muito grato aos sujeitos que fizeram parte deste estudo por literalmente doarem seus corpos para contribuir para a minha formação. Não foram apenas sujeitos, mas também são amigos. Obrigado pela colaboração e me desculpem pela dor causada.

Também agradeço o meu orientador, Benedito Sérgio Denadai, pela disposição em me ajudar quando as coisas não estavam tão claras. Por ter sempre uma resposta preparada para qualquer dúvida que eu tivesse e pelas excelentes aulas, que me ajudaram a achar meu caminho dentro da educação física. Obrigado também à Camila, que foi extremamente prestativa no processo de coletas e análise

deste TCC principalmente quando foi necessária a manutenção dos aparelhos do laboratório.

Obrigado aos integrantes do Laboratório de Avaliação da Performance Humana por terem me dado força sempre que precisei. Em especial, obrigado ao Renato Molina, por me orientar quanto à metodologia da coleta e análise de CK, ao Bola, que sempre se demonstrou disposto e preocupado com o meu trabalho e fez de tudo pra me ajudar, ao Bíbi que, não só no laboratório, estava ao meu lado pra me ajudar nas horas que precisei e ao André, que me ajudou muito com o Biodex.

Quanto ao povo da faculdade, cada um teve sua importância nesse período de quatro anos vividos em Rio Claro. Luiz, com certeza um dos mais importantes para mim nessa fase. Obrigado pelas conversas, dicas e aconselhamentos. Durante esses 4 anos foi uma das pessoas de quem mais me aproximei e, mesmo discordando em diversos pontos, conseguimos levar em frente essa amizade que poucos têm a sorte de ter. Além, é claro, dos muitos favores que fez para mim tanto quando moramos juntos quanto quando moramos nas kits. Khaled, esse é outro que marcou muito minha vida na UNESP. Por mais sonolento e sem-lateralidade que você seja, nada supera a sua personalidade bondosa. Aproveitei muito a oportunidade de morar com você e ficar até de madrugada de carro pelas ruas de Rio Claro. Valeu por tudo o que passamos juntos. “O Khaled transcende a sociologia”. Matheus, meu “paizão”, muito obrigado por tudo que passamos nesses tempos, por estar ao meu lado me ajudando quando precisei, pelas broncas que, no fundo, eram para o meu bem e pela companhia nos momentos mais difíceis. Guaxupé, muito obrigado pela inspiração, pelos ensinamentos, pela amizade e até pelos treinos. Você certamente foi um divisor de águas para mim. Felps, que me ajudou muito com tudo no laboratório. Foi muito bom ter alguém em quem me apoiar durante essa fase desesperadora do TCC. Obrigado pela ajuda e pelas conversas enquanto esperávamos os sujeitos. Anderson, de um jeito ou de outro passamos os últimos dois anos do curso atuando um ao lado do outro. Sou muito agradecido à sua disposição em me orientar e me ajudar não só na academia, mas sempre que precisei, inclusive neste trabalho. Levo comigo muitas boas lembranças ao seu lado. Flor, por menos contato que tivemos no último ano, você foi um grande amigo durante esses tempos e não consigo achar nenhuma situação em que você não tenha feito tudo ao seu alcance pelos outros. Vai ser difícil encontrar na minha vida uma pessoa tão bondosa e simpática como você. Ao BEF 2007 em geral, obrigado pelas risadas, pelos momentos de felicidade e por tudo que passamos juntos nesses quatro anos de graduação. Nossa turma da faculdade agente não esquece nunca!

Agradeço, também, à equipe de Handebol da UNESP – Rio Claro. Foram 4 anos de convívio e jogos. Uma equipe que perde 13 dos 14 jogos da temporada e permanece unida é de se admirar. Peço desculpas àqueles que eu não citar, mas todos vocês me marcaram muito e nunca me esquecerei de nenhum. Enthon (ENTHON?), valeu pelo companheirismo e conversas nesses 4 anos, com certeza você é o melhor ex-basqueteiro da história do handebol. Guti, muito obrigado pelas dicas, broncas e risadas. Muito do meu handebol devo a você. Inaian, mesmo tendo te conhecido há pouco tempo, vou levar você e seu jeito mineiro pra sempre comigo.

Todo “recurso” que tenho, devo a você. Zelzo, não preciso nem falar nada, né. Único bixo que batizei e companheiro! Admiro muito sua determinação! Junior, por mais que eu adore te provocar, guardo um carinho enorme por você e te admiro demais. Azeitona, acho que não existe pessoa nesse mundo que possa não gostar de você. Dentro desse barbudão tem um coração enorme. É isso aí. VAMÔ LOCOMOTIVA!!!

Por fim, e longe de ser o menos importante, gostaria de agradecer à pessoa que me marcou de maneira mais intensa nessa passagem de quatro anos por Rio Claro. Sissy, mesmo quando éramos só amigos você já era muito especial para mim. Sempre consegui ver em você uma pessoa boa e confiável. Depois que passamos a namorar, então, esse sentimento só cresceu. A oportunidade de morar com você no último ano foi maravilhosa e só aumentou a certeza que eu já tinha de que você é a pessoa mais especial que já passou pela minha vida. Obrigado por todo o carinho, força e companhia, além da ajuda constante nas coletas. A melhor das lembranças que levarei da faculdade estará ao meu lado o tempo todo para o que der e vier. Obrigado por esses quase dois anos de namoro e os outros dois de amizade. Finalizar esse texto soa estranho, pois a conclusão do curso para nós não é um encerramento, mas sim o início de uma nova fase juntos, então espero que possamos continuar evoluindo como casal e como profissionais. Te amo muito e muito obrigado por tudo!

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar em qual segmento corporal (membros superiores ou inferiores) o efeito protetor de uma sessão de exercícios excêntricos máximos (EEM) tem maior magnitude. Participaram deste estudo 12 sujeitos aparentemente saudáveis do gênero masculino que não possuíam experiência com o treinamento resistido nos últimos 6 meses anteriores aos de coleta. Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em 2 grupos (pernas e braços) e realizaram 5 visitas ao laboratório. 1ª) Adaptação ao equipamento isocinético. 2ª) realização de uma série de EEM com coleta de pico de torque isométrico (PTI) e percepção de dor (PSD) realizados antes e após a sessão de exercício. A concentração da enzima creatina quinase (CK) foi coletada apenas antes da sessão de exercício. 3ª) coleta de PTI, CK e DMIT depois de 48 horas da sessão de exercícios. Após 14 dias, foram repetidos os procedimentos aplicados na 2ª e 3ª visitas, respectivamente, para que fosse determinado o fator de proteção. Foi encontrada uma queda significativa de PTI e aumento significativo de CK e PSD imediatamente após e 48 horas após a primeira sessão de EEM para o grupo braço. No grupo pernas houve aumento significativo de CK (48 horas após os EEM) e PSD (imediatamente após os EEM) decorrente da primeira sessão. No grupo braços, a segunda sessão não provocou aumento significativo de CK nem PSD em nenhuma das situações, porém, provocou queda na produção de força imediatamente após os EEM. Já o grupo pernas apresentou aumento significativo da PSD imediatamente após a segunda sessão de EEM, que não provocou aumento significativo da CK. O único marcador a apresentar proteção para ambos os grupos foi a CK. Quando comparados os fatores de proteção não foi encontrada diferença significativa. Levando em conta os resultados, discutiu-se se há relação entre a suscetibilidade ao dano muscular e a proteção decorrente do mesmo, além da relação existente entre esta e a supercompensação no treinamento. Futuros estudos devem contar com maior número de sujeitos e atentar à inserção desses em programas de atividade física diversos.

ABSTRACT

The objective of the present study was to compare in which part (lower limb or upper limb) the repeated bout effect has the greatest magnitude. Twelve males individuals with no recent (6 months) experience with resisted training participated in this study. The subjects were randomly divided into two groups (legs and arms) and came to the laboratory 5 times. 1st) adaptation to the dynamometer. 2nd) to perform one bout of eccentric exercise (EE) and provide markers such as isometric peak torque (IPT), delayed onset muscle soreness (DOMS) (both collected before and after the bout) and concentration of the creatine kinase (CK) enzyme in the blood (only before the bout). 3rd) 48 after the first bout the same markers were collected again. After 14 days, the methodologies used in the 2nd and 3rd visits to the laboratory were repeated respectively to determine the repeated bout effect. A significant decrease of IPT and a significant increase of CK and DOMS were found immediately after and 48 hours after the first bout of EE for the arms group. The legs group showed a significant increase in CK (48 hours after the EE) and DOMS (immediately after the EE) resulting from the first bout. In the arms group, the second bout did not cause significant increase in CK or DOMS on any of the situations, however, it provoked a decrease in force production immediately after the EE. The legs group showed a significant increase of DOMS immediately after the second bout of EE, which caused no significant increase in CK. The only marker in which the repeated bout effect happened for both groups was CK. No significant difference was found between the protections for both groups. Taking into account the results, it's been discussed whether there is a relation between the susceptibility to muscle damage and the repeated bout effect, and also if there is a relation between the repeated bout effect and the supercompensation. Future studies should have larger numbers of subjects and note the inclusion of these in various physical activity programs.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Dano Muscular.....	10
1.2 Fator Protetor.....	12
2. OBJETIVO.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Sujeitos.....	16
3.2 Exercício Excêntrico.....	16
3.3 Marcadores.....	17
3.4 Cronograma.....	19
3.5 Tratamento Estatístico.....	19
4. RESULTADOS.....	21
4.1 Grupo Braços.....	21
4.1.1 Creatina Quinase (CK).....	21
4.1.2 Percepção Subjetiva de Dor (PSD).....	22
4.1.3 Pico de Torque Isométrico (PTI).....	22
4.2 Grupo Pernas.....	23
4.2.1 Creatina Quinase (CK).....	23
4.2.2 Percepção Subjetiva de Dor (PSD).....	24
4.2.3 Pico de Torque Isométrico (PTI).....	24
4.3 Comparação Entre Grupos.....	25
4.3.1 Creatina Quinase (CK).....	25
4.3.2 Percepção Subjetiva de Dor (PSD).....	25

4.3.3 Pico de Torque Isométrico (PTI).....	26
5. DISCUSSÃO.....	28
6. CONCLUSÃO.....	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

1.1 Dano Muscular

Um dos principais focos dos estudos sobre treinamento de força tem sido o dano muscular. Um dos motivos apresentados para tal é a identificação de um estímulo ideal para que as adaptações sofridas pela musculatura esquelética sejam otimizadas. Este dano causado ao músculo pode acontecer por diferentes processos mecânicos como a desorganização das linhas Z, a perda de mitocôndrias ou rupturas nos miofilamentos (Clarkson e Hubal, 2002). Segundo Malm et al. (1999), a contração excêntrica do músculo esquelético é a que causa maior dano muscular pois, para a mesma carga de trabalho, as ações excêntricas, comparadas às demais, recrutam menor número de unidades motoras, induzindo um estresse mecânico elevado nas fibras, havendo assim maior tensão por área de seção transversa ativa. Em um estudo, Mayhew et al. (2006) desenvolveram 2 protocolos de treinamento de força para indivíduos com experiência nessa modalidade. Ambos os protocolos foram realizados no *leg press*, sendo os dois compostos por 10 séries de 10 repetições a 65% de 1 repetição máxima (RM). Um dos grupos realizava o protocolo com 1 minuto de intervalo entre séries enquanto o outro tinha direito a 3 minutos de descanso. Nos resultados, o grupo que teve um período de descanso maior, apresentou menor concentração da enzima creatina quinase no sangue, sugerindo menor intensidade de dano muscular. Em um estudo feito por Chapman et al. (2005), dois grupos de sujeitos realizaram diferentes protocolos de exercício excêntrico para os flexores do cotovelo. A amplitude articular para ambos os grupos era a mesma assim como o tempo de tensão muscular, sendo diferentes apenas o número de séries e a velocidade angular. Os resultados indicaram que o protocolo de exercício excêntrico em velocidade angular maior causou mais dano ao músculo dos sujeitos do que o de menor velocidade, nos levando a acreditar que uma grande velocidade angular é um importante causador de dano muscular. Outro fator que pode determinar a magnitude do dano causado ao músculo esquelético por contrações excêntricas máximas e submáximas é o ângulo de atuação em tais contrações. Em um estudo realizado por Nosaka & Sakamoto (2001), o mesmo

sujeito passava por dois protocolos de 10 contrações excêntricas máximas dos flexores do cotovelo com mesma velocidade angular e amplitude, porém um dos braços iniciava o exercício em um ângulo considerado longo e o outro em um ângulo considerado curto. Os resultados deste estudo demonstraram que quando o músculo a ser trabalhado está mais alongado, o dano muscular tende a ser maior do que nos casos em que o músculo se encontra mais encurtado.

Para identificar a magnitude do dano muscular existem diferentes tipos de índices que são divididos entre diretos e indiretos. Os índices diretos de identificação são essencialmente a biopsia muscular, que pode subestimar ou superestimar o dano, uma vez que se retira apenas parte do músculo danificado; e a ressonância magnética, que determina a intensidade do dano causado, pelo edema muscular. Porém, a má aplicação dos eletrodos ou os sinais elétricos presentes no ambiente e nos músculos vizinhos podem causar interferência neste tipo de teste. Já as formas indiretas de mensuração são mais acessíveis e, em alguns casos, mais confiáveis. Uma das formas indiretas de mensuração é a concentração sérica da enzima creatina quinase (CK). No tecido músculo-esquelético o papel da CK é ajudar no metabolismo com a ressíntese de ATP e a hidrólise da creatina fosfato (CP). O aumento da concentração dessa enzima no sangue indica dano no músculo esquelético (Foschini et al., 2007). Entretanto, a utilização da CK como marcador de dano muscular é delicada, pois sua concentração no sangue depende do que é produzido pelo músculo e do que é filtrado pelo sangue. A execução de contrações concêntricas por vários dias após a realização de exercícios excêntricos pode causar a extrusão de CK do interior do músculo previamente danificado. Por outro lado, uma atividade leve realizada após a sessão de exercício excêntrico pode diminuir a concentração sérica de CK por causa da filtração de sangue que acontece com este tipo de atividade. Outro método indireto de mensuração de dano muscular é o registro de produção de força. Considerado o marcador mais válido e confiável, este método se baseia na perda prolongada de força após exercícios excêntricos. A perda de força decorrente da realização de exercícios concêntricos é considerada resultado de fadiga metabólica e os níveis normais de produção de força são recuperados algumas horas após a realização dos exercícios. Já a perda de força após exercícios excêntricos pode durar de 1 a 2 semanas após a sessão de exercícios e ocorre devido à desorganização da estrutura da célula do tecido músculo-esquelético. Outro importante marcador indireto é a sensação subjetiva de

dor. Sabe-se que após uma sessão de exercícios excêntricos há uma desorganização na estrutura funcional do músculo estriado esquelético. Essa desorganização ativa o sistema imunológico que envia neutrófilos e macrófagos para a região danificada a fim de regenerá-la (Pizza et al. 2002). O resultado deste processo fisiológico é a dor localizada no músculo danificado e, em alguns casos, rubor e calor. Para se mensurar este tipo de sensação, muitos pesquisadores utilizam a escala de análogos visuais (VAS, *Visual Analog Scale*). Esta consiste em uma linha que pode variar entre 10 e 15 centímetros de comprimento e, associadas às suas extremidades, há expressões verbais que denotam a presença de “pouca dor” ou “muita dor”. O valor que representa a dor sentida pelo sujeito é marcado pelo mesmo com uma caneta e posteriormente mensurado pelo pesquisador com o auxílio de uma régua. Geralmente, no treinamento de força, os picos de sensação subjetiva de dor são atingidos 24 ou 48 horas após a sessão de exercícios. Trata-se de um marcador delicado dependente não apenas da expectativa do sujeito sobre o estímulo, mas também dos diferentes estímulos durante a vida do mesmo.

1.2 Fator Protetor

Quando se trata de dano muscular decorrente de contrações excêntricas máximas e submáximas, uma segunda sessão realizada em um período relativamente próximo a primeira não demonstra alterações dos marcadores tão nítidas quanto às da primeira devido a um fenômeno conhecido como Fator protetor (*Repeated Bout Effect*). Para certas pessoas o corpo humano pode ser comparado a uma máquina por sua capacidade de reproduzir comandos e pela precisão microscópica com a qual o mesmo trabalha. Porém, um dos principais fatores de discernimento entre nosso corpo e as máquinas está no fato do primeiro ser capaz de se adaptar aos estímulos a ele apresentados se enquadrando, assim, no ambiente em que está inserido. Uma dessas adaptações seria o fator protetor do dano muscular. Este fator, conferido por uma primeira sessão de exercício excêntrico, é caracterizado pela atenuação dos sintomas apresentados após a segunda sessão (dor, aumento da concentração sérica de CK, perda de força, perda de mobilidade articular, entre outros). Ao contrário do que se pensa, o fator protetor

pode durar, em média, 6 meses podendo prolongar-se a até 9 meses em alguns casos. Nosaka et al. (2001b) realizaram um estudo com 35 sujeitos que realizaram duas sessões de exercícios excêntricos máximos que conferiram uma proteção geral de 6 meses contra danos em outra atividade excêntrica máxima.

É entendido que uma primeira sessão de exercícios não precisa causar grandes danos para que haja um fator protetor. Na verdade dez, seis, ou até mesmo duas contrações excêntricas máximas são capazes de conferir um efeito protetor considerável (Nosaka et al. 2001). Tendo em mente a existência de um fator que proteja de futuros danos musculares em atividade excêntrica, pode-se pensar que o treinamento de força excêntrica pode servir para desencadear este fenômeno, porém Nosaka e Newton (2002) mostraram que 8 semanas de treinamento excêntrico submáximo não bastaram para gerar um efeito protetor para uma sessão subsequente de exercícios excêntricos máximos. O efeito protetor é específico para o músculo trabalhado nas sessões sem evidências de proteger, também, outros grupos não relacionados. Porém, a proteção não é necessariamente conferida para apenas um tipo de exercício, podendo proteger o mesmo grupo muscular contra dano em diferentes práticas esportivas ou não (Baltzopoulos, 1996 apud McHugh, 2003).

Por mais conhecidas que sejam as condições para induzir um fator protetor contra o dano muscular, pouco se conhece sobre os mecanismos responsáveis pela ocorrência deste. Diversas teorias foram formuladas para explicar o funcionamento do fator protetor, se enquadrando em três grandes grupos de justificativas sugerindo adaptações neurais, mecânicas e/ou celulares (McHugh, 2003). As teorias que se voltam para as adaptações neurais como responsáveis pelo fator protetor, normalmente utilizam eletromiógrafos para identificar sinais elétricos nos músculos e, assim, determinar o recrutamento das unidades motoras. Essas teorias têm mostrado que, após a ocorrência do dano muscular o sistema nervoso passa a recrutar maior número de fibras de contração lenta e aumenta a sincronia no recrutamento das unidades motoras. Já as teorias que levam em conta a adaptação mecânica ao dano muscular, dizem que o aumento da rigidez passiva e ativa do músculo é um importante processo de adaptação para o efeito protetor, também considerando o aumento do tecido conjuntivo como uma proteção mecânica eficiente contra o dano muscular. E, por fim, as teorias que levam em conta a adaptação celular como principal fator de proteção contra dano muscular sugerem

que um dos motivos da proteção é o aumento do número de sarcômeros em série na fibra muscular, evitando o estiramento dos mesmos. Também é necessário considerar a perda de força como uma disfunção no acoplamento excitação-contracção que é citado como responsável por 50 a 70% da perda de força registrada. Este mecanismo também é suscetível à adaptação, impedindo assim que uma segunda série acometa severamente a produção de força. Vale lembrar que os diversos estudos focados nas adaptações do efeito protetor apresentam fatos que provam, mas, em alguns casos, desmentem as teorias acima descritas.

Sabe-se que o dano muscular está relacionado principalmente ao exercício excêntrico. Levando isso em consideração pode-se esperar que alguns grupos musculares do corpo, devido às atividades cotidianas, estejam mais protegidos contra o dano muscular do que os outros. Mesmo em não praticantes de treinamento resistido ou qualquer outro programa de atividade física, alguns grupos possuem certo grau de proteção como os extensores do joelho, por exemplo, que realizam contrações excêntricas diárias em atividades como descer escadas ou colinas ou mesmo sentar-se. Jamurtas et al. (2005) realizaram um estudo comparando a magnitude do dano muscular entre os flexores do cotovelo e os extensores do joelho. No estudo os sujeitos eram adultos não praticantes de treinamento resistido que mantiveram uma dieta balanceada e não fizeram uso de anti-inflamatório durante a pesquisa. Cada sujeito realizou os protocolos de exercício excêntrico tanto nos braços quanto nas pernas, com 14 dias de intervalo entre as visitas para grupos musculares diferentes, para que o organismo voltasse a homeostase. Os resultados revelaram que o dano causado nos flexores do cotovelo foi consideravelmente maior do que o causado nos extensores do joelho e sua recuperação foi mais lenta. Os autores justificam que isso acontece devido à maior incidência de contrações excêntricas com os extensores do joelho do que com os flexores do cotovelo.

2. OBJETIVO

Tendo em mente a existência de um fator protetor relacionado a uma única sessão de exercício excêntrico e a diferença existente na utilização da musculatura dos membros inferiores e superiores, o propósito do presente estudo foi analisar se há diferença também no fator protetor contra o dano muscular nos extensores do joelho e nos flexores do cotovelo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Sujeitos

Deste estudo participaram 12 sujeitos aparentemente saudáveis que não tiveram experiência com o treinamento resistido nos últimos 6 meses anteriores aos de coleta. Cada sujeito leu e assinou duas vias de um termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética da instituição e ficou com uma delas para si. As médias de massa, idade e altura e seus desvios padrões foram $79,8 \pm 15,1$ kg, $21,4 \pm 1,6$ anos e $1,73 \pm 0,06$ m, respectivamente. Os sujeitos foram randomicamente distribuídos em dois grupos, braços (B) (N=6) e pernas (P)(N=6) baseados no segmento corporal a ser testado no estudo. Não houve diferenças significativas entre idade, altura e massa corporal entre os grupos. Todos os sujeitos foram aconselhados a não realizarem nenhum tipo de exercício intenso, mudança radical na dieta e ingestão de suplementos alimentares e medicamentos antiinflamatórios durante o período de coletas.

3.2 Exercício Excêntrico

Todos os sujeitos de ambos os grupos primeiramente passaram por um processo de aquecimento do grupo muscular a ser trabalhado e, em seguida, realizaram duas sessões de exercícios excêntricos máximos com seus membros dominantes em um dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, N.Y.) com um intervalo de 14 dias entre sessões para que fosse recuperada a homeostase. Para que as contrações excêntricas tivessem caráter máximo, os sujeitos foram instruídos, antes do início da sessão, a produzir o máximo e força possível e, durante as sessões, foram incentivados verbalmente pelo examinador a cumprir esse objetivo. Em algumas ocasiões, quando os indivíduos não apresentavam força suficiente para que o dinamômetro iniciasse a ação

isocinética, o examinador aplicava uma força inicial para que então o aparelho realizasse sua tarefa.

Para as contrações do grupo B, os sujeitos tinham seus braços posicionados à frente do corpo com o cotovelo apoiado em um suporte específico que mantinha a articulação do ombro flexionada em aproximadamente 45° e o antebraço era mantido em supinação para que a musculatura a ser trabalhada fosse especificamente a desejada. A amplitude das ações musculares excêntricas realizadas por este grupo era de 90° partindo da flexão de 90° do cotovelo até a extensão total do mesmo.

O grupo P, por sua vez, era posicionado no dinamômetro com o joelho flexionado apenas 10° e as ações excêntricas eram iniciadas nessa amplitude sendo realizadas até 100° de flexão, totalizando assim 90° de amplitude. Todos os sujeitos de ambos os grupos foram devidamente posicionados e atados ao dinamômetro como recomendado pelo manual do mesmo. Os exercícios de ambos os grupos foram realizados em uma velocidade angular de $180^\circ.s^{-1}$. O protocolo para ambos consistia de 4 séries, contendo 12 repetições cada com 60 segundos de intervalo entre si. A Tabela 1 demonstra o protocolo experimental.

Tabela 1: Protocolo experimental.

	Grupo pernas (P)	Grupo Braços (B)
Séries	4	4
Repetições	12	12
Amplitude de movimento	90° ($10^\circ - 100^\circ$)	90° ($90^\circ - 0^\circ$)

3.3 Marcadores

Três marcadores indiretos de dano muscular foram coletados durante o presente estudo. Dois deles foram coletados anteriormente, imediatamente após e 48 horas depois das sessões de exercício excêntrico e um deles foi coletado antes e 48 horas após as sessões.

Foram aferidas três contrações isométricas voluntárias máximas em um dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, N.Y.) antes, logo após e 48 horas após cada sessão de exercícios excêntricos e suas médias foram calculadas para a mensuração do pico de torque isocinético (PTI) e a análise das variações do mesmo. O grupo B realizava suas contrações com o cotovelo flexionado em 30° enquanto o grupo P as realizava com o joelho flexionado em 60°.

Assim como o PTI, os sujeitos preenchiam uma escala de percepção de dor antes, logo após e 48 horas depois dos exercícios excêntricos. A escala era composta por uma linha de 100 milímetros com expressões em suas extremidades referentes à magnitude da dor sentida no momento da coleta. A Figura 1 ilustra a escala utilizada para a aferição da percepção subjetiva de dor.

Figura 1: Escala de percepção de dor.

Sem Dor |—————| Muita Dor

Para o preenchimento da escala, os sujeitos eram orientados pelo examinador a apalparem e alongarem o músculo afetado e então traçarem um risco na linha que representasse a proporção de dor sentida no momento. Estando a escala preenchida, o examinador utilizava uma régua e registrava, em milímetros, a percepção de dor do examinado.

Cerca de 500µl de sangue eram retirados do lóbulo da orelha dos sujeitos para a mensuração da concentração da enzima creatina quinase (CK) no soro sanguíneo. Para que essa amostra fosse coleta sem a ocorrência de hemólise (quebra de hemácias, o que compromete a análise) foi utilizada uma pomada vasodilatadora (Finalgon, Pharma GmbH & Co. KG). Depois de obtida a amostra, o sangue era centrifugado por 6 minutos a 5600 rpm em uma centrífuga (Centrífuga Microhemato Modelo 2410, Fanem, São Paulo, Brasil) e então o soro obtido era analisado em um espectrofotômetro (Bio-2000, Bioplus, São Paulo, Brasil) com a utilização de um kit (CK-NAC UV, Wiener Lab., Rosário, Argentina). A variação normal na concentração de CK no soro sanguíneo era de 24 a 195 U/l para homens adultos utilizando esse método.

3.4 Cronograma

As atividades e datas de visitas ao laboratório seguem ilustradas na tabela 2.

Tabela 2: Cronograma de visitas ao laboratório.

Dia 1	Dia 3	Dia 15	Dia 17
CK Basal		CK Pré Ex.	
Dor Basal	CK	Dor Pré Ex.	CK
PTI Basal	Dor Tardia	PTI Pré Ex.	Dor Tardia
Ex. Excêntrico	PTI	Ex. Excêntrico	PTI
PTI Pós Ex.		PTI Pós Ex.	
Dor Pós Ex.		Dor Pós Ex.	

O espaço de 14 dias entre a primeira e a segunda sessão se dá para o retorno do organismo à homeostase. Assim sendo, os valores obtidos de CK, Dor e PTI pré-exercício no dia 15 foram considerados como totalmente recuperados.

3.5 Tratamento Estatístico

Os dados estão expressos como média \pm DP. Mudanças em todos os marcadores em relação ao tempo foram comparadas entre a primeira e segunda sessões para cada grupo utilizando ANOVAs *two-way* 2 x 3 (sessões x tempo) para medidas repetidas. Nas situações em que a ANOVA demonstrou efeito significativo, foi empregado o *post hoc* de Tukey para identificar diferenças entre as médias nas diferentes sessões. Quando constatado o fator de proteção para o mesmo marcador nos dois grupos, foi calculado um fator de proteção (FP) para cada sujeito. O cálculo de FP consistiu em, primeiramente relativizar os valores de cada um dos marcadores tendo o valor basal como 100%. Após isso, o valor percentual do marcador desejado na segunda sessão era subtraído deste mesmo valor percentual na primeira sessão. A amostra de FPs foi comparada entre os grupos B e P por meio de testes não

paramétricos de Mann-Whitney para duas amostras independentes. O nível de significância adotado para todos os testes foi de $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

Por uma questão de organização, os resultados serão dispostos primeiramente em uma comparação dentro dos grupos e em seguida em comparação entre os grupos.

4.1. Grupo Braços

4.1.1. Creatina Quinase (CK)

Não foram encontradas diferenças significantes entre os valores basais de concentração sérica de CK para as duas sessões (1ª: $111,5 \pm 79$ U/l vs. 2ª: $103,3 \pm 72,5$ U/l). Não houve diferença significativa entre os valores obtidos 48 horas após ambas as sessões de exercícios excêntricos máximos (1ª: $343,5 \pm 289,6$ U/l vs. 2ª: $179,6 \pm 111,3$ U/l). Foi observado um aumento significativo ($p = 0,03$) da concentração sérica de CK da condição basal ($111,5 \pm 79$ U/l) para a condição de 48 horas após a primeira sessão de exercícios excêntricos ($343,5 \pm 289,6$ U/l). Tal significância não foi observada após a segunda sessão. A Tabela 3 demonstra os valores de concentração de CK no soro sanguíneo.

Tabela 3: Concentrações séricas de CK em condições basais e 48 horas após os exercícios.

	Basal	48 horas
1ª Sessão	111,5 (79) U/l	343,5 (289,6) U/l*
2ª Sessão	103,3 (72,5) U/l	179,6 (111,3) U/l

* $P < 0,05$ em relação à condição basal na mesma sessão

4.1.2. Percepção Subjetiva de Dor (PSD)

Como nas concentrações de CK no sangue, não foram encontradas diferenças significantes entre os valores de PSD entre as condições basais de ambas as sessões (1ª: $3 \pm 4,4$ mm vs. 2ª: $2,8 \pm 2,4$ mm), assim como imediatamente (1ª: $21,1 \pm 25,3$ mm vs. 2ª: $16,33 \pm 13,7$ mm) e 48 horas após os exercícios (1ª: $51,83 \pm 29,7$ mm vs. 2ª: $19,6 \pm 18,8$ mm). Não foi observado aumento significativo da PSD basal para a condição imediatamente após os exercícios em nenhuma das sessões realizadas. Porém, essa significância foi atingida ($p = 0,0003$) quando comparamos a PSD basal ($3 \pm 4,4$ mm) com a condição coletada 48 horas após a primeira sessão de exercícios ($51,8 \pm 29,7$ mm). Notou-se também um aumento significativo ($p = 0,02$) da PSD da condição imediatamente após a primeira sessão de exercícios ($21,1 \pm 25,3$ mm) para 48 horas após a mesma ($51,8 \pm 29,7$ mm). Não foram encontradas diferenças significantes na PSD decorrentes da segunda sessão de exercícios excêntricos máximos. A Tabela 4 ilustra as situações encontradas durante as coletas de PSD.

Tabela 4: Percepção subjetiva de dor em condições basal, imediatamente após e 48 horas após os exercícios.

	Basal	Imediata	48 horas
1ª Sessão	3 (4,4) mm	21,1 (25,3) mm	51,8 (29,7) mm*
2ª Sessão	2,8 (2,4) mm	16,33 (13,7) mm	19,6 (18,8) mm

* $P < 0,01$ em relação à condição basal na mesma sessão

4.1.3. Pico de Torque Isométrico (PTI)

Não foram encontradas diferenças significantes entre as duas sessões para os valores de PTI coletados nas condições basal (1ª sessão: $57,1 \pm 16,6$ Nm vs. 2ª sessão: $51,93 \pm 15,3$ Nm), imediatamente após (1ª sessão: $44,1 \pm 9,5$ Nm vs. 2ª: $42,55 \pm 12,9$ Nm) e 48 horas após os exercícios excêntricos máximos (1ª: 42 ± 12 Nm vs. 2ª: $45,9 \pm 9$ Nm). Para a primeira sessão, foram encontradas perdas significantes de força da condição basal ($57,1 \pm 16,6$ Nm) para as condições

imediatamente após ($44,1 \pm 9,5$ Nm, $p = 0,003$) e 48 horas após os exercícios (42 ± 12 Nm, $p = 0,0007$). Já na segunda sessão, foi identificada uma diminuição significativa ($p = 0,04$) no PTI entre as condições basal ($51,93 \pm 15,3$ Nm) e imediatamente após os exercícios ($42,55 \pm 12,9$ Nm). Não foi encontrada diferença significativa entre os PTI da condição basal e 48 horas após os exercícios para a segunda sessão. A Tabela 5 demonstra as variações do PTI decorrentes das duas sessões.

Tabela 5: Pico de torque isométrico em condições basal, imediatamente após e 48 horas após os exercícios.

	Basal	Imediata	48 horas
1ª Sessão	57,1 (16,6) Nm	44,1 (9,5) Nm**	42 (12) Nm**
2ª Sessão	51,93 (15,3) Nm	42,55 (12,9) Nm*	45,9 (9) Nm

* $P < 0,05$ em relação à condição basal na mesma sessão

** $P < 0,01$ em relação à condição basal na mesma sessão

4.2. Grupo Pernas

4.2.1. Creatina Quinase (CK)

Não foram encontradas diferenças significantes entre os valores basais (1ª: 83 ± 51 U/l vs. 2ª: $103,3 \pm 72,5$ U/l) ou da condição de 48 horas após os exercícios (1ª: $253 \pm 157,2$ U/l vs. 2ª: $166,8 \pm 114,8$ U/l) entre as duas sessões. Foi observado um aumento significativo ($p = 0,02$) da concentração sérica de CK da condição basal (83 ± 51 U/l) para a condição de 48 horas após os exercícios ($253 \pm 157,2$ U/l), na primeira sessão. Tal significância não foi observada após a segunda sessão. A Tabela 6 demonstra os valores de concentração de CK no soro sanguíneo.

Tabela 6: Concentrações séricas de CK em condições basais e 48 horas após os exercícios.

	Basal	48 horas
1ª Sessão	83 (51) U/l	253 (157,2) U/l*
2ª Sessão	103,3 (72,5) U/l	166,8 (114,8) U/l

* $P < 0,05$ em relação à condição basal na mesma sessão

4.2.2. Percepção Subjetiva de Dor (PSD)

Não foram encontradas diferenças significantes da PSD entre as duas sessões nas condições basal (1ª: $2 \pm 2,4$ mm vs. 2ª: $6,3 \pm 6,7$ mm), imediatamente após (1ª: $45,6 \pm 27,7$ mm vs. 2ª: $47,3 \pm 14$ mm) e 48 horas após os exercícios (1ª: $25,3 \pm 20,5$ mm vs. 2ª: $11 \pm 18,8$ mm). Na primeira sessão, foi encontrado um aumento significativo ($p = 0,001$) da PSD da condição basal ($2 \pm 2,4$ mm) para imediatamente após os exercícios ($45,6 \pm 27,7$ mm). Já na segunda sessão, houve aumento significativo ($p = 0,003$) também da condição basal ($6,3 \pm 6,7$ mm) para imediatamente após o exercício ($47,3 \pm 14$ mm) e uma diminuição significativa ($p = 0,009$) da PSD da condição imediatamente após ($47,3 \pm 14$ mm) para a condição de 48 horas após os exercícios ($11 \pm 18,8$ mm). A Tabela 7 ilustra as mudanças na PSD ocorridas por causa das sessões de exercício.

Tabela 7: Percepção subjetiva de dor em condições basal, imediatamente após e 48 horas após os exercícios.

	Basal	Imediata	48 horas
1ª Sessão	2 (2,4) mm	45,6 (27,7) mm*	25,3 (20,5) mm
2ª Sessão	6,3 (6,7) mm	47,3 (14) mm*	11 (18,8) mm

* $P < 0,01$ em relação à condição basal na mesma sessão

4.2.3. Pico de Torque Isométrico (PTI)

Foi encontrada diferença significativa entre a produção de força imediatamente após a segunda sessão de exercícios ($229,8 \pm 26,1$ Nm) e 48 horas após a mesma ($267,7 \pm 18,9$ Nm). Nenhuma outra diferença significativa foi constatada para este marcador nesta situação. A Tabela 8 demonstra os valores de PTI obtidos.

Tabela 8: Pico de torque isométrico em condições basal, imediatamente após e 48 horas após os exercícios.

	Basal	Imediata	48 horas
1ª Sessão	251,9 (26,1) Nm	232,4 (21,6) Nm	248,3 (41,9) Nm
2ª Sessão	246,9 (24,4) Nm	229,8 (26,1) Nm	267,7 (18,9) Nm

4.3. Comparação Entre Grupos

4.3.1 Creatina Quinase (CK)

Ambos os grupos estudados apresentaram um aumento significativo da concentração sérica de CK decorrente do dano causado pela primeira sessão de exercícios. Já na segunda sessão, não foi identificada nenhuma mudança significativa para este marcador, mostrando a existência do fator protetor em ambas as sessões. Quando comparados, os FP (grupo B = $99,1 \pm 148,2$ vs. grupo P = $134,4 \pm 113,2$) dos dois grupos não apresentaram diferença significativa entre si. Os FP de ambos os grupos seguem representados na Tabela 9.

Tabela 9: Fatores de proteção para o marcador CK.

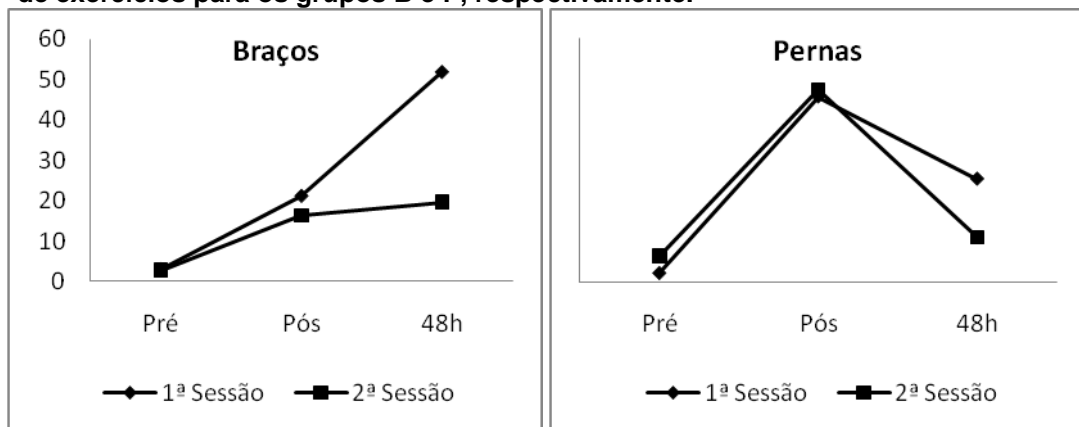
	Grupo B	Grupo P
FP (CK)	99,1 (148,2)	134,4 (113,2)

4.3.2 Percepção Subjetiva de Dor (PSD)

Não se fez necessária uma comparação entre os fatores de proteção dos grupos para este marcador uma vez que a resposta deste foi diferente entre os grupos. Enquanto houve aumento significativo da situação basal e da situação imediata para a situação 48 horas após a primeira sessão de exercícios no grupo B, o grupo P não apresentou significância para essas variações. Já o grupo P apresentou aumento significativo da PSD da condição basal para a encontrada imediatamente após a sessão de exercícios para as duas sessões e uma diminuição também significativa da situação imediatamente após para 48 horas após a segunda sessão. Como nenhuma das diferenças coincidiu entre os grupos, não se pôde comparar qual apresentou maior fator de proteção.

Mesmo não sendo atingidas condições para comparação estatística, pode-se observar na Figura 2 um aumento menos acentuado da PSD após a segunda sessão de exercícios para o grupo B, indicando a existência de proteção. Já na Figura 3 fica evidente que imediatamente após ambas as sessões de exercício, há um aumento acentuado da PSD seguido por um queda. Na segunda sessão, esta queda é claramente mais acentuada demonstrando uma diminuição da PSD que pode ser encarada como parte do fator protetor.

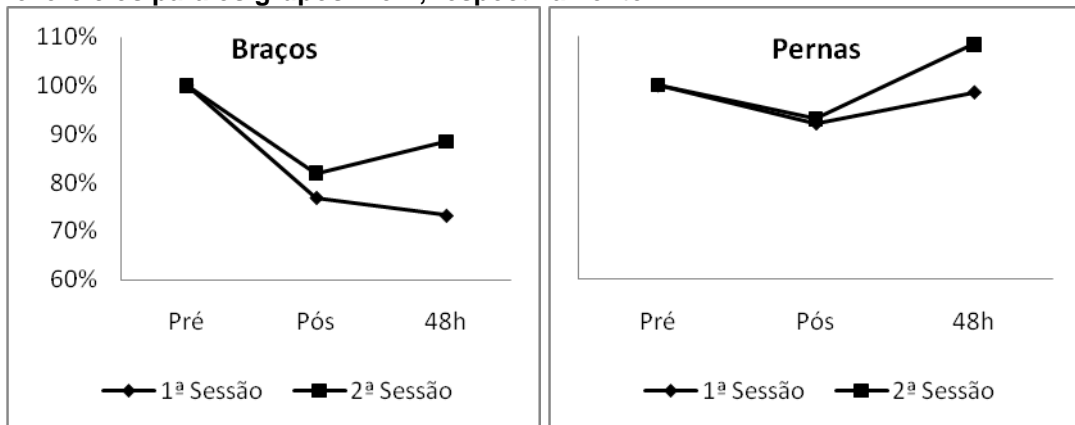
Figuras 2 e 3: Variações da PSD, expressas em mm, decorrentes das duas sessões de exercícios para os grupos B e P, respectivamente.



4.3.3 Pico de Torque Isométrico (PTI)

Assim como ocorrido com a PSD, não foi possível constatar qual dos dois grupos apresenta maior fator de proteção, uma vez que o grupo P não apresentou indícios de perda significativa de força. Mesmo não havendo uma comparação a ser feita, as Figuras 4 e 5 demonstram as variações do PTI das duas sessões realizadas em ambos os grupos.

Figuras 4 e 5: Variações percentuais no PTI decorrentes das duas sessões de exercícios para os grupos B e P, respectivamente.



Observando as Figuras 4 e 5, nota-se que no grupo houve proteção contra o dano muscular, uma vez que a queda do PTI após a segunda sessão é menos acentuada do que a queda após a primeira sessão. Já para as pernas nota-se uma queda suave no PTI imediatamente após as duas sessões de exercício, seguido por uma leve recuperação na primeira sessão e uma recuperação mais acentuada após a segunda sessão, superando os valores basais.

5. DISCUSSÃO

O intuito deste estudo foi a comparação da proteção contra o dano muscular conferida por uma primeira sessão de indução de dano entre os extensores do joelho e flexores do cotovelo. A utilização de três dos principais marcadores indiretos de dano muscular citados na literatura (Clarkson e Hubal, 2002) foi escolhida baseada na confiabilidade dos dados obtidos. Apenas um dos marcadores apresentou evidências de proteção em ambos os grupos para que fosse possível uma comparação entre os mesmos.

Sendo assim, se faz necessário discutir os possíveis motivos da não existência do fator protetor após sessões de exercício excêntrico em alguns dos marcadores utilizados neste estudo assim como a magnitude do dano causado e a relação existente, ou não, entre esses marcadores. Vale lembrar que não há muitos estudos na literatura que comparam o efeito protetor entre dois grupos musculares, mas sim comparações da magnitude do dano causado nesses grupos (Jamurtas et al., 2005).

Levando em conta o PTI, as variações encontradas para o grupo B foram as esperadas, ou seja, queda significativa imediatamente após a primeira sessão (podendo ser sinal não só de dano muscular, mas de fadiga metabólica) e continuidade desta queda até 48 horas após a sessão, período considerado como crítico para a queda da produção de força (McHugh, 2003). Já na segunda sessão, ainda para o grupo B, houve novamente queda na produção de força imediatamente após os exercícios excêntricos máximos e uma breve recuperação passadas 48 horas (Figura 4), porém essa segunda queda se demonstra menos acentuada que a primeira, indicando que houve proteção contra o dano muscular.

Já as variações do PTI do grupo P apresentadas durante este estudo, não são comumente encontradas na literatura. Mesmo tendo lidado com um grupo muscular já conhecidamente protegido contra o dano muscular (Nosaka et al., 2001), era esperado que o PTI, um dos principais marcadores de dano, apresentasse variações claras, o que não ocorreu. Pode-se especular que o motivo dessa não-variação significativa do PTI para o grupo P tenha acontecido devido ao baixo número de sujeitos utilizados no estudo, dificultando o tratamento estatístico pela ocorrência do erro tipo II, onde se assume que uma população é homogênea

quando isto não é verdade. Outro possível fator que pode ter contribuído para a não existência da variação do PTI é a escolha dos sujeitos participantes do estudo. Por mais que não engajados em um programa de treinamento resistido nos últimos 6 meses, os sujeitos não foram questionados sobre a prática regular e/ou programada de atividades físicas de outra natureza tal qual caminhadas, modalidades esportivas, ciclismo, etc. Tais atividades podem ser importantes causadores de microlesões musculares similares às causadas pelo protocolo de exercícios excêntricos proposto neste estudo, conferindo, assim, um fator prévio de proteção contra o dano muscular. Um terceiro motivo para essa variação inesperada é o baixo número (apenas uma) de familiarizações com o teste que os sujeitos realizaram.

Mesmo com a existência de problemas metodológicos, parte do que ocorreu com o PTI para o grupo P era esperada. Um dos contratempos foi a magnitude do dano muscular encontrada. Imediatamente após a primeira sessão de exercícios excêntricos máximos houve um leve declínio no PTI, indicando ou dano muscular ou fadiga metabólica, enquanto quarenta e oito horas depois houve uma recuperação do PTI para níveis próximos aos basais. Já após a segunda sessão de exercícios, a perda imediata de força foi menor (caracterizando uma proteção parcial, mesmo que não significativa) e 48 horas após, houve um aumento da produção de força excedendo os níveis de produção de força basais. Tal aumento pode ser encarado como resultante de um estímulo de treinamento, gerando uma “supercompensação”. Também é válido lembrar que um dos aspectos que classifica o efeito protetor após sessões de indução de dano muscular é a otimização da capacidade de recuperação, ou seja, o um grupo muscular protegido se recupera do dano causado mais rapidamente do que outro não protegido (McHugh, 2003). Tendo isso em mente, podemos considerar essa “supercompensação” encontrada como capacidade de recuperação extremamente eficiente.

Outro marcador que apresentou resultados diferentes dos usuais foi a percepção subjetiva de dor. Como o próprio nome indica, esta é um marcador subjetivo que depende muito das experiências pessoais de cada um dos sujeitos e da sua tolerância à dor. Os resultados da PSD referentes ao grupo B estão de acordo com o encontrado na literatura (Clarkson e Hubal, 2002; Chapman et al., 2005; Nosaka & Sakamoto, 2001) onde os valores encontrados têm seu pico 48 horas após a primeira sessão de exercícios, em decorrência do processo inflamatório que ocorre na musculatura.

Os resultados de PSD no grupo P se apresentaram diferentes do esperado, uma vez que houve aumento significativo imediatamente após a primeira sessão de exercícios, mas, 48 horas depois, quando é esperado um pico neste marcador, não houve diferença significativa quando comparado com a situação basal. O mesmo acontece após a segunda sessão; há um aumento significativo da condição basal para a imediatamente após o exercício e, em seguida, uma diminuição significativa da condição imediatamente após para a condição de 48 horas.

Uma possível explicação para o pico da PSD estar presente imediatamente após o exercício (e não 48 horas após, como esperado) é o *stiffness* causado pela sessão em contraste com a não existência de dor prévia ao exercício. A sensação de enrijecimento pode ser confundida com dor muscular para aqueles que não têm experiência com o treinamento resistido. Outra explicação para a variação anormal da PSD seria a confusão da dor no grupo muscular trabalhado com uma dor pré-existente em outros grupos ou que se deu pela contração dos antagonistas. Alguns dos sujeitos deixaram o dinamômetro se queixando de dores nos grupamentos musculares antagonistas aos grupamentos trabalhados. Isso pode ter ocorrido devido à falta de experiência de alguns dos voluntários com os testes e exercícios realizados ou ao baixo número de adaptações realizadas, que poderiam ter um efeito de diminuição da ativação dos grupos musculares antagonistas.

A concentração de CK no soro sanguíneo apresentou resposta semelhante à encontrada na literatura (Connolly et al., 2002). No grupo B houve um aumento significativo após a primeira sessão de exercícios enquanto a segunda sessão não provocou alterações significativas para esse marcador. Tais variações demonstram um fator de proteção conferido ao grupo B graças à primeira sessão de exercícios excêntricos máximos. Variações similares foram apresentadas pelo grupo P que sofreu um aumento significativo da concentração sérica de CK após a primeira sessão de exercícios e não apresentou diferença significativa após a segunda, demonstrando, também, a existência de um fator protetor. Como ambos os grupos apresentaram fator de proteção foi possível a comparação da magnitude dos fatores apresentados. Não foi encontrada diferença significativa entre os fatores de proteção.

Observando a literatura, já era esperado que ambos apresentassem proteção contra o dano muscular quando realizada uma primeira sessão de indução do mesmo. Também era esperado que o dano muscular fosse mais intenso para os

flexores do cotovelo, uma vez que estes não realizam contrações excêntricas máximas com muita frequência em atividades cotidianas (Jamurtas et al, 2005). Porém, levando em conta a escassez de estudos comparando a magnitude do fator protetor entre os dois grupos musculares estudados, esperava-se que os flexores do cotovelo apresentassem maior fator de proteção uma vez que o dano causado aos mesmos seria maior estando eles mais propensos à proteção decorrente deste dano. Portanto, os dados obtidos vão contra o esperado para este marcador. Pode-se considerar que a concentração sérica de CK, pode não ser um marcador muito confiável de dano muscular, uma vez que a sua variação é muito sensível a diversos fatores.

6. CONCLUSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar a magnitude do efeito protetor conferido por uma primeira sessão de exercícios excêntricos máximos contra o dano muscular causado por uma segunda sessão entre dois diferentes grupos musculares: flexores do cotovelo e extensores do joelho. Foram utilizados 3 dos principais marcadores de dano muscular encontrados na literatura.

Com os resultados obtidos, chegou-se à conclusão que o fator protetor existiu em ambos os grupos, porém não houve diferença na magnitude do mesmo entre os diferentes músculos estudados. A não significância estatística pode ter acontecido graças ao pequeno número de sujeitos utilizados no estudo além da característica subjetiva de um dos marcadores. Também pode se esperar que outro marcador apresente variação muito sensível não sendo possível, portanto, a desconsideração de outros fatores além do protocolo de exercícios excêntricos realizado.

Independente dos problemas metodológicos apresentados, os resultados nos levaram a indagar se há realmente uma relação entre a suscetibilidade ao dano muscular e o efeito protetor contra o dano muscular conferido por uma sessão prévia de exercícios excêntricos. Outro aspecto a ser considerado é a supercompensação como forma de fator protetor quando não há evidências de dano muscular em si. Ambos não parecem estar distantes um do outro.

Em futuros estudos, mostra-se interessante uma escolha mais criteriosa dos sujeitos levando em conta, também, a aderência desses em programas de atividade física além do treinamento resistido. Também é importante a realização de mais de uma adaptação aos testes de força que serão realizados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAPMAN, D et al. Greater Muscle Damage Induced by Fast Versus Slow Velocity Eccentric Exercise. *Int J Sports Med*. V. 27, p. 591–98, 2005.

CLARKSON, P.M.; HUBAL, M.J. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Rehabil*, v.81 (suppl), p. S52-S69, 2002.

CONNOLLY, D.A.J.; REED, B.V.; MCHUGH, M.P.. The repeated bout effect: does evidence for a crossover effect exist? *Journal of Sport Science and Medicine*. v. 1, p. 80-86, 2002.

FOSCHINI, D., PRESTES J., CHARRO, M.A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum*.v. 9(1), p. 101-106, 2007.

JAMURTAS, A.Z., et al. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *Eur. J. Appl. Physiol*. v. 95, p. 179-185, 2005.

MALM, C., LENKEI, R., SJØDIN, B. Effects of eccentric exercise on the immune system in men. *J Appl Physiol*. v. 86, p. 461-68, 1999.

MAYHEW, D.L., THYFAULT, J.P., KOCH, A.J. Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise. *J Strength Cond Res*. V. 19, p. 16-22, 2006.

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. *Scand. J. med. Sci. Sports*. v. 13(2), p. 88-97, 2003.

NOSAKA, K., SAKAMOTO, K. Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. *Med. Sci. Sports Exerc.* v. 33, p. 22-29, 2001.

NOSAKA, K. et al. The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. *Eur. J. Appl. Physiol*. v. 85(1-2), p. 34-40, 2001b.

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

NOSAKA, K., NEWTON, M. Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair. *J. Strength Con. Res*. v. 16(1), p. 117-22, 2002.

PIZZA, F.X. et al. Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions. *J Appl Physiol*. v. 92, p. 1873-78, 2002.

Leonardo Coelho Rabello de Lima

Benedito Sérgio Denadai