

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - FEF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**Comparação de dano muscular induzido pelo exercício
resistido entre uma sessão de treinamento de força com pesos
livres e máquinas**

Diogo Vilela Ferreira

Brasília

2015

**Comparação de dano muscular induzido pelo exercício
resistido entre uma sessão de treinamento de força com pesos
livres e máquinas**

Diogo Vilela Ferreira

Dissertação apresentada à
Faculdade de Educação Física da
Universidade de Brasília, como
requisito para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Martim F. Bottaro Marques

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F383c Ferreira, Diogo Vilela
Comparação de dano muscular induzido pelo exercício resistido entre uma sessão de treinamento de força com pesos livres e máquinas / Diogo Vilela Ferreira; orientador Martin Francisco Bottaro. -- Brasília, 2015.
88 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Educação Física) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. Treinamento de força. 2. Escolha de exercícios. 3. Pesos livres e máquinas. I. Bottaro, Martin Francisco, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer coisa eu agradeço a Deus por ter me dado todas as condições necessárias para eu chegar aonde cheguei. Algumas das coisas que Ele me proporcionou, eu não pedi, eu não conquistei, talvez nem merecesse, foram simplesmente dadas a mim. Muito obrigado, Senhor!

Agradeço com todas as forças a minha família por me incentivar a estudar sempre. Aos meus pais, Vladimir e Cristina, em primeiro lugar, porque eu sou o que sou graças a eles. Eles foram a minha maior motivação para entrar no mestrado e para concluí-lo também. Quando eu às vezes reclamava, achava que estava muito difícil conciliar meu trabalho com os estudos, eu me lembrava, que o meu pai também fez um mestrado e ainda trabalhava em dois empregos. A minha mãe também fez uma graduação enquanto trabalhava e ainda cuidava de mim e dos meus irmãos, quando éramos crianças. Amo vocês! Ao meu irmão Ivan, que também estuda Educação Física, e que me ajudou nos estudos com discussões sobre os mais diversos temas relacionados a nossa área. Valeu moleque! Agradeço aos demais familiares (são muitos) por que sempre que eu tocava no assunto mestrado, sempre tinham uma palavra de incentivo.

Meu agradecimento e gratidão aos colegas de laboratório: Saulão, André, Saulo, Fernanda, Gabi, Valdinar, Claudinha, Celes, Mateus, Paulo, João Batista e Flavinha. Especialmente, ao Saulão, ao Paulo e a Flavinha porque sem eles eu não teria conseguido coletar os dados.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Martim Bottaro pela oportunidade, pelo conhecimento compartilhado, por acreditar e confiar em mim. Aprendi muito sobre pesquisa com o senhor. Aos demais professores e aos meus colegas da FEF, pela contribuição incalculável na minha vida acadêmica.

Obrigado aos meus amigos-irmãos Fabrício e Caio, pela força e motivação, sempre! Agradeço especialmente a Jennifer pelo companheirismo, paciência e pela ajuda imensurável! Ao Reis por “puxar o pior quarto de hora” por mim quando eu precisei; às minhas amigas Olga, Barbara e Mariana e ao Rui. E por fim aos voluntários da pesquisa pela disposição em ajudar.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	9
<i>ABSTRACT</i>	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Resposta hormonal e metabólica aguda.....	14
2.2 Produção de força máxima.....	16
2.3 Atividade eletromiográfica.....	17
2.4 Adaptações crônicas.....	22
2.5 Dano muscular induzido pelo exercício.....	25
2.5.1 Ultrassonografia.....	27
2.5.2 Dor muscular tardia.....	28
2.5.3 Prontidão para treinar.....	29
2.5.4 Função muscular.....	30
2.5.5 Nível de treinamento.....	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 Amostra.....	33
3.2 Delineamento experimental.....	33
3.3 Medidas antropométricas.....	35
3.4 Avaliação da dor muscular tardia e da prontidão para treinar.....	35
3.5 Teste de 10 RM.....	36
3.6 Testes isocinéticos.....	36
3.7 Ultrassonografia.....	38
3.7.1 Espessura Muscular.....	38
3.7.2 <i>Echo intensity</i>	39
3.8 Treino.....	40

3.9 Análises estatísticas.....	41
4. RESULTADOS.....	43
4.1 Características da amostra.....	43
4.2 Teste de 10 RM.....	43
4.3 Desempenho na série.....	44
4.4 Pico de Torque e Trabalho Total dos adutores horizontais do ombro.....	46
4.5 Pico de Torque e Trabalho Total dos extensores de cotovelo.....	48
4.6 Dor muscular tardia no peitoral maior.....	50
4.7 Dor Muscular tardia no tríceps braquial.....	52
4.8 Espessura muscular.....	53
4.9 <i>Echo intensity</i>.....	55
4.10 Prontidão para treinar.....	56
5. DISCUSSÃO.....	58
6. CONCLUSÕES.....	69
7. REFERÊNCIAS.....	71
Anexo 1.....	83
Anexo 2.....	84
Anexo 3.....	85
Anexo 4.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organograma do delineamento experimental. Pág. 35.

Figura 2. Escala análoga visual de percepção de dor. Pág. 36.

Figura 3. Posicionamento do indivíduo no dinamômetro isocinético durante o protocolo para avaliar a produção de força dos adutores horizontais do ombro. Pág. 38.

Figura 4. Posicionamento do indivíduo no dinamômetro isocinético durante o protocolo para avaliar os extensores do cotovelo. Pág. 39.

Figura 5. Medidas da EM para o peitoral maior (A) e o tríceps braquial (B). Pág. 40.

Figura 6. Área de interesse para mensurar a EI no peitoral maior. Pág. 41.

Figura 7. Ilustra como foi controlada a amplitude de movimento dos exercícios de supino com a barra livre e com o Smith (A e B) e com halteres (C e D). A e C: posição inicial; B e D: posição intermediária. Pág. 42.

Figura 8. Demonstra as médias \pm DP das cargas, em kg, correspondentes aos testes 10 RM de cada grupo. Pág. 45.

Figura 9. Representa as médias \pm DP correspondentes ao VT, em kg, de treino de cada grupo experimental. Pág. 45.

Figura 10. Nesta figura estão representadas as médias \pm DP correspondentes ao número de repetições realizadas em todas as séries durante o treino para todos os grupos. Pág. 46.

FIGURA 11. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 47.

Figura 12. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 48.

Figura 13. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos extensores de cotovelo, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 50.

Figura 14. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos extensores de cotovelo de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 51.

Figura 15. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do PM nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 52.

Figura 16. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do TB nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 53.

Figura 17. Mudanças na EM do PM de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 54.

Figura 18. Mudanças na EM do TB de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 55.

Figura 19. Mudanças na EI do PM de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 56.

Figura 20. Escores de prontidão para treinar de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 57.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características antropométricas e descrição das variáveis relacionadas ao nível de treinamento da amostra de cada um dos três grupos de intervenção. Pág. 44.

Tabela 2. Resumo dos dados do teste de 10 RM e do VT, de todos os grupos experimentais. Pág. 46.

Tabela 3. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 48.

Tabela 4. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 49.

Tabela 5. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos extensores de cotovelo, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 50.

Tabela 6. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. Pág. 51.

Tabela 7. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do PM nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 52.

Tabela 8. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do TB nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 54.

Tabela 9. Mudanças na EM do PM de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 55.

Tabela 10. Mudanças na EM do TB de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 56.

Tabela 11. Escores de prontidão para treinar de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino Os dados estão expressos em média \pm DP. Pág. 58

RESUMO

OBJETIVO: Comparar os efeitos de diferentes modelos de exercícios de membros superiores utilizando pesos livres e máquinas no dano muscular induzido pelo exercício (DMIE) em homens adultos jovens com experiência em treinamento de força (TF). **MÉTODOS:** 27 voluntários ($23,52 \pm 3,77$ anos; $80,11 \pm 7,54$ kg; $1,75 \pm 0,06$ m) com experiência em TF ($4,36 \pm 3,12$ anos) foram divididos aleatoriamente em três grupos. Um grupo realizou um treino no supino com a barra livre (BARRA, n=9), outro grupo realizou o supino no aparelho Smith (SMITH, n=9) e o terceiro grupo realizou o supino com halteres (HALTER, n=9). O treino consistiu em realizar 8 séries de 10 repetições com 90% de 10 RM, com 2 minutos de intervalo entre as séries. Mudanças no: pico de torque (PT), trabalho total (TT), percepção subjetiva de dor, espessura muscular (EM), *echo intensity* (EI) e prontidão para treinar. O PT, TT, EM e dor foram avaliados individualmente no peitoral maior (PM) e no tríceps braquial (TB). Essas avaliações foram realizadas nos momentos: antes do exercício (PRÉ), 10 min após (PÓS), com 24, 48, 72 e 96 horas após a sessão de treino. **RESULTADOS:** Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) nas comparações entre grupos para as avaliações do PT, TT, dor (PM) e EM, em nenhum momento. No entanto, o grupo HALTER não ficou com o TB dolorido em nenhum momento ($p > 0,05$). O grupo BARRA recuperou a prontidão para treinar somente com 96 h, enquanto que os demais grupos recuperaram com 72 h. O PT dos adutores horizontais de ombro retornou aos valores basais com 72 h, ao passo que, o TT não se recuperou com 96 h. Contudo, para os extensores de cotovelo o PT e o TT recuperaram com 24 h. **CONCLUSÕES:** Os resultados indicam que o grupo BARRA foi submetido a um maior estresse fisiológico quando comparado com SMITH e HALTER. A diferença entre a recuperação do PT e TT dos adutores horizontais do ombro em comparação com os extensores de cotovelo sugerem que essas musculaturas sofreram um nível de tensão diferente. Como o PT e o TT, dos adutores horizontais do ombro, se recuperaram em momentos diferentes, esses resultados podem ser levados em consideração durante a elaboração do TF para essa população.

Palavras chaves: Treinamento de força, escolha de exercícios, dano muscular, pesos livres, máquinas.

ABSTRACT

PURPOSE: To compare the effects of different modes of upper limb exercises using free weights and machines in exercise-induced muscle damage (EIMD) in young adult men with experience in strength training (ST). **METHODS:** 27 subjects (23.52 ± 3.77 years; 80.11 ± 7.54 kg; 1.75 ± 0.06 m) with experience in ST (4.36 ± 3.12 years) were randomly assigned in three groups. One group performed the free barbell bench press (BARBELL, n=9), another group performed the bench press in a Smith machine (SMITH, n=9) and the third group performed the bench press with dumbbells (DUMBBELLS, n=9). The training consisted of performing 8 sets of 10 repetitions with 90% of 10 RM load, with two minutes of rest between sets. Changes in: peak torque (PT), total work (TT), delayed-onset muscle soreness (DOMS), muscle thickness (MT), echo intensity (EI) and readiness to train. The PT, TT, MS and pain were assessed individually in pectoralis major (PM) and triceps brachii (TB). These assessments were carried out in six different time points: before exercise (PRE), 10 min after (POST), 24, 48, 72 and 96 hours after the training session. **RESULTS:** No significant differences were found ($p > 0.05$) in the comparison between groups for evaluations of the PT, TT, DOMS (PM) in any time points. However, the group DUMBBELLS did not experienced muscle soreness in the TB at any time ($p > 0.05$). BARBELL group recovery readiness to train only 96 h postexercise, while the other groups recovered after 72 h. The PT of the horizontal shoulder adductors returned to baseline at 72 h, whereas TT was not recovered after 96 h. However, for the elbow extensors PT and TT recovered 24 h. **CONCLUSIONS:** Our results indicate that the BARBELL group underwent a greater physiological stress as compared to SMITH and DUMBBELLS. The difference between the recovery of the PT and TT of the horizontal shoulder adductors compared to the elbow extensors suggest that these musculatures have suffered different levels of tension. As the PT and the TT of the horizontal shoulder adductors recovered at different time points, these results could be taken into account when designing ST programs for this population.

Key words: Strength training, exercises selection, muscle damage, free weights, machines.

1. INTRODUÇÃO

A escolha de exercícios é uma variável aguda do treinamento de força (TF) que deve ser baseada nos objetivos do programa de treinamento e pode ser manipulada de diversas formas. Os exercícios a serem executados podem ser manipulados quanto a angulação, número de articulações envolvidas, variações no posicionamento dos pés e das mãos, e no tipo de equipamento utilizado (Barnett, Kippers e Turner, 1995; Brown, 2008; Kraemer e Fleck, 2009).

Diversos modelos de exercícios com diferentes equipamentos foram desenvolvidos ao longo das últimas décadas. Entre os vários modelos destacam-se o uso de pesos livres (PL) e de máquinas guiadas (MG). Há algum tempo vem fazendo parte do senso comum, entre atletas e treinadores, a ideia de que o treinamento com PL é melhor para o desenvolvimento do desempenho do atleta, já que estes exigem maior coordenação, maior ativação neuromuscular, maior equilíbrio, e se assemelham aos mais diversos gestos esportivos (Foran, 1985; Garhammer, 1981 e Stone, 1982).

Nesse sentido, a literatura tem mostrado que os padrões de ativação neuromuscular (McCaw e Friday, 1994) e a carga levantada (Cotterman, Darby e Skelly, 2005 e Simpson *et al.* 1997) diferem entre o exercício realizado com PL e o realizado em máquinas. Interessantemente, o estudo de Schawnbeck, Chilibeck e Binsted (2009) relatou uma maior produção de força no exercício de agachamento com a barra guiada (Smith) na comparação com o agachamento com a barra livre. No entanto, Schawnbeck, Chilibeck e Binsted (2009) também relataram menor ativação neuromuscular durante a execução do agachamento no Smith. Contrariamente, Cotterman, Darby e Skelly (2005) reportaram que no exercício de supino com a barra livre os indivíduos da amostra produziram maior força. Alguns estudos (McCaw e Friday, 1994; Saeterbakken, Tillaar e Fimland, 2011; Schick *et al.*, 2010) reportaram que, para uma mesma intensidade, a ativação neuromuscular foi maior durante a execução do exercício de supino com PL em comparação com supino realizado em MG (Smith). Assim, parece que a ativação muscular é mais dependente do modelo de exercício do que da carga levantada.

Para além da ativação neuromuscular e a sobrecarga mecânica, o dano muscular induzido pelo exercício (DMIE) também é considerado um fator muito importante na mensuração do estresse, da tensão, e das alterações agudas e crônicas geradas pelo TF na musculatura (Clarkson e Hubal, 2002; Crewther, Cronin e Keogh, 2008). Além disso, a magnitude do DMIE pode influenciar as adaptações hipertróficas do músculo, (Paulsen *et al.*, 2012 e Fernandez-Gonzalo *et al.*, 2014) e a recuperação do indivíduo (Asp *et al.*, 1998 e Nielsen *et al.*, 2015). Consequentemente, o DMIE pode também influenciar o tempo de descanso para a realização da próxima sessão, e a frequência de treino (Athiainen *et al.*, 2011). Sendo assim, o conhecimento dos efeitos de diferentes modelos de exercícios de TF na magnitude do DMIE e a duração da sua recuperação, pode auxiliar os profissionais que atuam na prescrição do TF na escolha do modelo de exercício mais adequado. No momento, não é do nosso conhecimento estudos que investigaram os efeitos de diferentes modelos de exercícios (i.e. PL vs MG) de TF na dimensão do DMIE e na sua recuperação. A hipótese do estudo é que, não haverá diferenças na magnitude do DMIE entre o supino realizado com a barra livre, com halteres, ou na barra guiada (Smith).

1.1 Objetivo

Comparar os efeitos de diferentes modelos de exercícios de membros superiores utilizando pesos livres e máquinas no dano muscular induzido pelo exercício em homens adultos jovens com experiência em treinamento de força.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No que diz respeito à escolha de exercícios o Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) recomenda que tanto PL quanto máquinas sejam incorporadas no treinamento de indivíduos iniciantes em TF (evidência de categoria A) e para sujeitos experientes deve ser dada ênfase nos PL tendo as máquinas apenas como exercícios complementares (evidência de categoria C) (ACSM, 2009). Recomendações de categoria A são aquelas fundamentadas em diversos estudos controlados e aleatorizados e as de categoria C são aquelas baseadas em estudos não aleatórios ou em observações. Todavia, essas recomendações não foram totalmente baseadas em artigos que tiveram o objetivo comparar as diferenças entre máquinas e PL.

Ao executar exercícios com PL os pesos se movimentam nos três planos anatômicos. Por esse motivo, além da maior exigência da coordenação motora e do equilíbrio o treinamento com PL possui outras vantagens, por exemplo: menor custo financeiro (Haff, 2000), maior ativação neural (McCaw e Friday, 1994), maior resposta hormonal e metabólica aguda (Shaner *et al.*, 2013), padrões de movimento mais próximos da realidade, mais facilidade em realizar exercícios de corpo inteiro e maior variabilidade no posicionamento dos membros e ângulos das articulações (Foran, 1985; Spennewyn, 2008; Stone e Borden, 1997; Stone *et al.*, 2000). Contudo, são atribuídas algumas desvantagens aos PL, entre elas: maior incidência de lesões, demora no ajuste da carga, exigência de técnica mais apurada (Foran, 1985; Haff, 2000; Myer *et al.*, 2009; Kerr, Collins e Comstock, 2010; Stone e Borden, 1997; Stone *et al.*, 2000). Segundo um estudo epidemiológico realizado nos prontos-socorros dos Estados Unidos da América, entre 1990 e 2007, 90,4% das lesões associadas ao treinamento com pesos, ocorreram com PL (Kerr, Collins e Comstock, 2010). Entretanto, muitas dessas lesões poderiam ser evitadas com intervenções simples já que a maior parte delas (65,5%) foram resultado de quedas de pesos ou mau uso dos equipamentos (Myer *et al.*, 2009; Kerr, Collins e Comstock, 2010).

As máquinas também possuem suas vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens destacam-se: maior segurança para iniciantes, exigência de uma

técnica menos apurada, maior facilidade na realização de alguns exercícios isolados (ex. extensão e flexão de joelho) quando comparado ao PL, podem proporcionar resistência em qualquer direção, fornecem maneiras rápidas de troca de carga, menor necessidade de um assistente e podem oferecer maior resistência por uma maior amplitude do movimento (Haff, 2000; Stone e Borden, 1997; Stone *et al.*, 2000; Walker *et al.*, 2013). Entre as desvantagens, pode-se citar: o preço elevado dos equipamentos, amplitude do movimento limitada, ajuste limitado à anatomia da pessoa (Haff, 2000; Stone e Borden, 1997; Stone *et al.*, 2000) e menor desenvolvimento do equilíbrio, pois o movimento fica restrito a um ou dois planos (Spennewyn, 2008).

Algumas pesquisas compararam o treinamento com PL e máquinas sob diversos aspectos. A maior parte das pesquisas teve como objetivo analisar as diferenças relacionadas à atividade eletromiográfica (EMG) entre os exercícios com PL e MG (McCaw e Friday, 1994; Saeterbakken, Tillaar e Fimland, 2011; Schick *et al.*, 2010). Alguns autores examinaram as respostas hormonais e metabólicas comparando PL e máquina (Shaner *et al.*, 2013), enquanto outros investigaram diferenças na produção de força (Cotterman, Darby e Skelly, 2005; Floyd, Otte e Mayhew, 2009 e Simpson *et al.* 1997). Além disso, outros poucos estudos se propuseram a avaliar os ganhos de força confrontando ambos os modelos de exercícios (Boyer, 1990; Langford *et al.*, 2007; Mayhew *et al.*, 2010; Spennewyn, 2008). Nesse sentido, essa revisão será dividida em: 1) comparação entre o treino com PL e máquinas sob a perspectiva das respostas hormonais e metabólicas agudas, 2) comparação da produção de força entre PL e máquinas, 3) comparação de diferentes modelos de exercícios na atividade neuromuscular, 4) efeitos crônicos de diferentes modelos de exercícios na força muscular, 5) fatores que influenciam o dano muscular induzido pelo exercício (DMIE).

2.1. Resposta hormonal e metabólica aguda

A única pesquisa encontrada que comparou as respostas hormonais agudas entre diferentes modelos de exercícios (i. e. PL e MG) foi o estudo de

Shaner *et al.* (2013). Nesse estudo foram recrutados 10 voluntários homens com pelo menos 6 meses de experiência com TF. Os voluntários foram testados em dois exercícios: agachamento livre e *leg press* 45°. Os testes foram realizados no mesmo horário do dia e após 48 h sem praticar nenhum exercício físico. A amplitude de movimento foi controlada em ambos os exercícios de maneira que no agachamento livre a posição inicial foi considerada com o indivíduo na posição ereta com os joelhos estendidos e a posição intermediária com o indivíduo agachando até as coxas estarem paralelas ao solo. E no *leg press* 45°, semelhantemente, a posição inicial foi considerada com os joelhos estendidos e a posição intermediária com as coxas paralelas a plataforma do equipamento.

O protocolo de treinamento consistiu na realização de 6 séries de 10 repetições com 80% de 1 repetição máxima (RM) e com 2 minutos de intervalo entre as séries. Foram coletadas amostras de sangue da veia antecubital nos momentos pré-exercício, imediatamente após, 15 e 30 minutos após a sessão de treino. As variáveis analisadas foram: a concentração de testosterona, GH, cortisol e lactato. Outras variáveis dependentes analisadas foram a frequência cardíaca, a percepção subjetiva de esforço (PSE) e o trabalho total. O trabalho total foi calculado de acordo com a seguinte equação: $(\text{massa externa} + \text{massa corporal deslocada}) \times 9,81\text{m/s}^2 \times \text{deslocamento vertical} \times \text{número de repetições}$. A massa dos segmentos corporais foram calculadas através do DXA e o deslocamento vertical do agachamento foi calculado pelo deslocamento da barra, já no *leg press* foi calculado multiplicando o deslocamento da plataforma pelo $\cos 45^\circ$.

Os resultados apontaram para maiores respostas hormonais e metabólicas após a realização do treino de agachamento livre comparado ao treino com o *leg press*. O treino com o agachamento livre levou a maior concentração de testosterona, no momento imediatamente após o exercício e elevou as concentrações de GH e lactato por até 30 min após exercício. Já para o cortisol não foram encontradas diferenças significantes na comparação entre os dois exercícios nos momentos imediatamente após, 15 e 30 minutos após. Entretanto, a área sob a curva para as concentrações de cortisol foi significativamente maior para o agachamento quando comparado ao *leg press*,

assim como para os dados de testosterona e GH. Além disso, a frequência cardíaca (FC) foi maior no agachamento quando comparado ao *leg press* em todos os momentos, exceto no momento pré e após a primeira série. Já para a PSE não foram encontradas diferenças entre os modelos de exercícios. Por outro lado, foi observado maior trabalho total para o agachamento ($60,509 \pm 10,759$ J) comparado ao *leg press* ($42,875 \pm 7,010$ J).

Os autores atribuíram a maior resposta hormonal e metabólica no agachamento devido ao maior trabalho total e a maior massa muscular envolvida neste exercício comparado ao *leg press*. Outra questão levantada pelos autores foi que no *leg press* os quadris ficaram em uma posição semi-flexionada e, portanto os extensores de quadril trabalharam em uma amplitude de movimento menor. Interessantemente, o maior estresse metabólico observado para o agachamento, não refletiu em uma maior PSE comparado com o *leg press*. Isso significa que nesse estudo houve uma divergência entre o esforço real e o percebido. O fato de o deslocamento vertical ter sido calculado através do deslocamento da barra e da plataforma pode ter superestimado o trabalho total. O ideal, segundo os autores, seria ter calculado o deslocamento do centro de gravidade do indivíduo. Mesmo assim, é razoável concluir que o trabalho total no agachamento seja maior do que no *leg press* já que a quantidade de massa corporal deslocada no agachamento foi bem maior.

2.2. Produção de força máxima

Os estudos que compararam a produção de força máxima entre os diferentes modelos de exercícios (PL vs. máquina) chegaram a resultados divergentes. Ao comparar a produção de força máxima durante o teste de uma repetição máxima (1 RM), Simpson *et al.* (1997) não encontraram diferenças significantes, entre os modelos de exercícios. Eles compararam o exercício de agachamento livre com o *leg press* na máquina e o supino barra livre com o supino máquina. A amostra foi composta por homens ($n=67$) e mulheres ($n=57$) jovens com pelo menos 6 meses de experiência em TF. Entretanto, nesse estudo foram utilizadas máquinas com resistência variável e na avaliação de

força de membros inferiores foram comparados exercícios diferentes (agachamento livre vs. *leg press*).

Apesar de serem exercícios multiarticulares de membros inferiores amplamente utilizados, não se pode compará-los apenas pelo parâmetro de carga levantada. Como citado anteriormente (Shaner *et al.*, 2013) o agachamento envolve maior massa muscular, maior amplitude de movimento do quadril, maior deslocamento horizontal e maior massa externa deslocada, se levado em consideração a massa corporal levantada, aumentando assim o trabalho total realizado. Portanto, é necessário cautela na interpretação dos resultados de Simpson *et al.* (1997) devido ao fato de terem sido comparados exercícios diferentes, para membros inferiores, e a utilização de diferentes tipos de resistência (variável vs. constante).

Em outro estudo que também teve o objetivo de comparar a produção de força máxima entre dois modelos de exercícios Cotterman, Darby e Skelly (2005), encontraram resultados interessantes. Os dados desse estudo mostraram cargas significativamente maiores para o supino realizado com a barra livre, comparado ao supino com a barra guiada no Smith. Contrariamente, no agachamento no Smith os indivíduos produziram mais força quando comparado ao agachamento livre. A amostra recrutada nesse estudo também foi de voluntários, homens (n=16) e mulheres (n=16), adultos jovens com experiência em TF. Segundo os autores esses resultados podem ser explicados pela maior “naturalidade” do movimento e pela especificidade do treinamento. Isso porque os autores reportaram que 72% dos indivíduos da amostra nunca tinham usado o aparelho Smith para realizar exercícios de supino, ao passo que, 97% dos indivíduos já haviam realizado o supino com a barra livre. Por outro lado, 37% da amostra relataram que incorporavam o agachamento no Smith em seus programas de treinamento.

2.3 Atividade eletromiográfica

O estudo de Behm, Anderson e Curnew (2002) evidenciou os efeitos da instabilidade articular na atividade eletromiográfica e na produção de força no

exercício de extensão de joelho e flexão plantar. Nesse estudo os sujeitos da amostra realizaram um protocolo de extensão de joelho e flexão plantar sob duas condições: estável (sentados em um banco) e instável (sentados em uma bola suíça). Sob a condição de instabilidade a força e ativação muscular diminuíram tanto no exercício de extensão de joelho (70,5% e 44,3%, respectivamente) e de flexão plantar (20,2% e 2,9%, respectivamente). Os autores chegaram à conclusão de que quanto maior a instabilidade menor é a atividade eletromiográfica (EMG) da musculatura agonista e maior a co-ativação da musculatura antagonista. Na condição instável, devido ao aumento na razão da ativação antagonista/agonista há uma inibição recíproca da musculatura agonista e conseqüente diminuição na produção de força da musculatura agonista.

O mesmo grupo de pesquisadores realizou outro experimento com o intuito de comparar os efeitos da instabilidade na atividade eletromiográfica dos motores primários e sinergistas durante a execução do agachamento sob três níveis de estabilidade (Anderson e Behm, 2005). Os indivíduos, com experiência em TF, realizaram o agachamento com a barra livre, no Smith e com a barra livre com discos de equilíbrio sob os pés. Diferentemente do estudo anterior, que foram realizadas contrações isométricas máximas, nesse foram realizadas contrações dinâmicas submáximas em três intensidades: sem resistência externa (massa corporal), 29,5 kg (peso da barra no equipamento Smith) e com 60% da massa corporal. Os resultados indicaram maior ativação dos músculos sinergistas (sóleo, estabilizadores do abdômen, eretores da coluna lombar superior e eretores da coluna lombar-sacral) com o aumento da instabilidade, em todas as intensidades testadas.

O estudo de McCaw e Friday (1994) foi o primeiro estudo a comparar a atividade EMG entre PL e MG. Para esse estudo foi escolhido o exercício supino horizontal. Foram recrutados 5 sujeitos com experiência em TF (pelo menos 1 ano de treinamento e com frequência de treinamento de no mínimo 3 vezes por semana) os quais realizaram 5 repetições no supino com 60 e 80% de 1 RM, em ambos os modos de treino. Foram coletados dados de EMG do tríceps braquial, peitoral maior, bíceps braquial e deltóide anterior e medial. Eles reportaram maior ativação do deltóide medial e deltóide anterior, apenas

com 60% de 1RM, no supino realizado com PL quando comparado com a MG, tanto na fase excêntrica quanto na concêntrica. Para os demais músculos foram encontradas somente tendências ($p < 0,1$) apontando para uma maior atividade EMG no PL do que na MG.

Os autores sugeriram que a maior ativação do deltóide, observada apenas com 60% de 1RM, ocorreu devido a menor rigidez da cavidade glenoumeral durante a execução do movimento, gerando então um aumento na necessidade de estabilização da articulação do ombro por parte do deltóide. E quando realizado a intensidade de 80% de 1 RM, o aumento do recrutamento dos demais músculos responsáveis pela estabilização da articulação do ombro aumentou a rigidez articular, por isso as diferenças de ativação entre os modos de treino não foram significantes nessa intensidade. Eles chegaram à conclusão de que o supino com PL gera maior ativação da musculatura sinergistas comparado com a MG, apenas a 60% de 1 RM. Devido a grande variabilidade interindividual encontrada nesse estudo e o baixo tamanho da amostra, esses resultados devem ser analisados com cautela.

Deve ser notado que o estudo de McCaw e Friday (1994) utilizou um protocolo de avaliação com intensidades submáximas e apenas uma série. Levando isso em consideração alguns pesquisadores buscaram verificar as diferenças na atividade EMG, entre PL e máquinas, porém testando protocolos com intensidades máximas.

Com um delineamento semelhante ao estudo citado anteriormente, o trabalho de Schick *et al.* (2010) comparou a atividade EMG durante a realização do supino com a barra livre e na máquina Smith. Eles utilizaram como amostra 14 indivíduos com pelo menos 6 meses de treino e outros 12 sem experiência em TF. Ambos os grupos realizaram 2 repetições no supino barra livre e no Smith com 70 e 90% de 1RM. Eles alegaram que o estudo de McCaw e Friday (1994) utilizaram cargas relativas baixas e que seria interessante verificar se existem diferenças em cargas mais altas, tipicamente utilizadas nos treinos de força e hipertrofia, e também as possíveis diferenças entre níveis de treinamento. Foram coletados dados de EMG do peitoral maior e do deltóide anterior e medial. O principal achado do estudo foi que apenas o

deltóide medial teve maior ativação no supino com a barra livre do que no Smith, independente da intensidade e do nível de treinamento. Os resultados encontrados corroboram em parte os de McCaw e Friday (1994), pois estes encontraram diferenças apenas na menor intensidade (60% de 1RM) na comparação entre os modos de treino. Também foi observado que a intensidade de 90% de 1 RM teve maiores valores de EMG do que com 70%.

O estudo de Welsch, Bird e Mayhew (2005) utilizou uma amostra de 12 indivíduos, homens e mulheres, com experiência em TF (2.5 ± 1.5 anos) e coletaram dados do pico de EMG do peitoral maior e deltóide anterior, apenas na fase concêntrica. Os sujeitos da amostra foram testados sob três condições: supino com halteres, com a barra livre e o crucifixo com halteres. Assim como nos estudos citados anteriormente os sujeitos também realizaram um protocolo submáximo de 3 repetições com a carga de 6 RM, para cada exercício. Segundo os autores essa intensidade foi escolhida para eliminar o efeito da fadiga, assegurar a técnica adequada para os sujeitos menos experientes e diminuir o risco de lesões. Os resultados encontrados não indicaram diferenças significantes na atividade EMG entre os modelos de exercícios para nenhum dos músculos analisados. Eles relataram menor tempo de ativação apenas para o crucifixo com halteres (barra livre = supino halter > crucifixo halter). Logo, eles concluíram que os exercícios de supino barra livre e com halteres podem ser usados de forma intercambiável por não apresentarem diferenças significantes no tempo sob tensão na fibra muscular e no pico de ativação do peitoral maior e deltóide anterior. Entretanto, nesse estudo a amplitude de movimento da articulação do ombro não foi controlada e, portanto, o tempo de tensão sob a fibra e o pico de EMG podem ter sido afetados pelas diferenças na amplitude de movimento. Outra observação importante deve ser feita no que diz respeito a análise da EMG, pois foram coletados dados apenas da fase concêntrica do movimento.

O artigo de Schwanbeck, Chilibeck e Binsted (2009) que comparou a atividade EMG durante a execução do exercício agachamento com PL e com MG, encontrou resultados interessantes. Foi analisado a atividade neuromuscular do tibial anterior, dos gastrocnêmios, vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, eretores da espinha lombar e o reto abdominal de 3 homens e

3 mulheres com 2-5 anos de experiência em TF. Eles observaram que a atividade EMG média de todos os músculos foi 43% menor durante a realização do agachamento no Smith, apesar da carga ter sido de 14-23 kg maior. Esses resultados vão de encontro com a suposição de que quanto maior a carga levantada mais unidades motoras são recrutadas e maior é a atividade eletromiográfica no músculo (Clark, Lambert e Hunter, 2012 e Schick *et al.*, 2010). A diferença na atividade eletromiográfica foi significativa apenas para os gastrocnêmios, vasto medial e bíceps femoral, o que pode ser justificado pelo pequeno tamanho da amostra. É importante ressaltar que nessa pesquisa foram testadas intensidades máximas com cargas de 8 RM, diferentemente dos estudos citados anteriormente, dando maior validade ecológica ao estudo.

Outro estudo que teve o objetivo de comparar a atividade EMG entre PL e MG foi o de Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011). A atividade EMG foi coletada durante o teste de 1 RM em três condições: no supino realizado no Smith, com a barra livre e com halteres. Foram coletados dados de uma amostra de 12 homens treinados ($4,6 \pm 2,2$ anos de experiência em TF). O supino realizado com a barra livre teve a maior carga no teste de 1 RM, seguido do supino no Smith (3% menor) e por último com halteres (17% menor). Esses resultados corroboram os achados de Cotterman, Darby e Skelly (2005) e Simpson *et al.* (1997) que tiveram como objetivo analisar a produção de força entre o supino com a barra livre e máquina. Esses estudos sugerem que a maior produção de força no supino com a barra livre pode ser devido a dois fatores: 1) a especificidade do treinamento, já que a barra livre é o modo de exercício mais praticado nos programas de treinamento e 2) a maior naturalidade do movimento durante a execução do supino com a barra livre, porque no Smith a barra se move em um único plano.

Quando analisados os dados da EMG observou-se menor ativação do peitoral maior na fase excêntrica no exercício com o Smith se comparado ao supino com halter e menor atividade do tríceps braquial, no supino com halteres, do que nos outros dois modos. Eles justificaram que a menor ativação do tríceps braquial ocorre por uma inibição recíproca gerada pelo aumento da ativação do bíceps braquial, fato observado durante a execução do supino com halteres. Esse aumento da co-ativação do bíceps braquial pode ser atribuído a

maior instabilidade articular gerada por esse modelo de treino e, conseqüentemente, surge a necessidade de estabilização da cavidade glenoumeral também por parte do bíceps braquial.

Com um delineamento semelhante Tillaar e Saeterbakken (2012) tiveram como amostra 11 homens treinados, que foram testados quanto a atividade EMG durante o teste de 1 RM nos mesmos três exercícios: supino Smith, barra livre e halteres. Porém, nesse estudo a atividade muscular foi analisada dividindo o movimento em 4 fases: excêntrica, *pre-sticking*, *sticking* e *post-sticking* da fase concêntrica. O período de *sticking* se refere ao período que compreende o início da desaceleração do movimento até o momento no qual ocorre a velocidade mínima durante a fase concêntrica (Tillaar e Ettema, 2010). O período de *sticking* ocorre em amplitudes próximas ao ângulo de maior desvantagem mecânica e é momento onde provavelmente ocorrerá a falha concêntrica. Quando analisada a ativação do peitoral maior entre os três exercícios, também foi encontrada uma menor ativação para o supino no Smith comparado aos demais exercícios durante a fase excêntrica e na *pre-sticking*, ratificando os resultados de Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011). Além disso, como no estudo de Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011), foi relatado menor ativação do tríceps braquial durante a execução do supino com halteres em comparação com o supino com a barra livre e com o Smith. As conclusões dessa pesquisa indicam que, por consequência dos diferentes padrões de ativação entre os três exercícios, eles devem ser executados, não de forma intercambiável, mas de acordo com a ênfase que o programa de treinamento exige, o que vai de encontro às conclusões do estudo de Welsch, Bird e Mayhew (2005).

2.4 Adaptações crônicas

Já há algum tempo que se discute sobre os ganhos de força e a transferência para habilidades específicas relacionadas ao treino com PL e máquinas (Haff, 2000; Stone e Borden, 1997; Stone *et al.*, 2000). Com o objetivo de comparar os ganhos de força produzidos pelo treinamento com esses dois modelos de exercícios Silvester *et al.* (1981) dividiram sua amostra

de voluntários em três grupos que treinaram em diferentes modelos por 11 semanas. Um grupo treinou agachamento com a barra livre e os outros em dois tipos de máquinas diferentes. Ambos os modelos de exercícios em máquinas foram realizados em equipamentos de resistência variável onde os indivíduos realizaram o exercício isolado de extensão de joelho e o *leg press*.

Os resultados indicaram que não houve diferença nos ganhos de força entre os modelos de exercícios testados. Entretanto, os grupos que treinaram com PL e no equipamento Universal obtiveram maiores ganhos no salto vertical comparados ao grupo Nautilus. Esses resultados, porém, devem ser analisados com muita cautela, pois o treino diferiu substancialmente entre os grupos. O grupo PL treinou três vezes por semana e com um volume de 3 séries de 6 repetições máximas (RM). Já os grupos que treinaram com máquinas tiveram seus treinos prescritos de acordo com as recomendações dos fabricantes o que levou a diferenças na frequência semanal, no número de séries e repetições. O grupo Nautilus executou 1 série de 12 repetições na cadeira extensora e em seguida realizava repetições até a falha concêntrica no *leg press*, que variou entre 4-16 RM. O grupo Universal realizou de 7-10 repetições na primeira série e depois 10-15 repetições até a falha concêntrica no *leg press*. Logo, não se pode concluir que os ganhos de força observados foram em razão apenas do modo de treino.

Um questionamento importante que deve ser feito é em relação ao método de avaliação dos ganhos de força. Nesse sentido, alguns pesquisadores delinearam estudos com o propósito de responder a questão da especificidade do treino e o modo de avaliação da força (Boyer, 1990; Langford et al. 2007; Mayhew et al., 2010).

Com o objetivo de verificar a transferência dos ganhos de força entre diferentes modos de treino Boyer (1990) e Mayhew et al. (2010) conduziram dois estudos semelhantes. Ambos os dados foram coletados de amostras de pessoas destreinadas que realizaram o TF por 12 semanas e com periodizações lineares parecidas. No estudo de Boyer (1990) a amostra foi dividida em 3 grupos: um grupo treinou com PL, outro com máquinas de resistência variável composta e o terceiro com máquinas de resistência variável

linear. Os sujeitos foram testados de maneira cruzada, ou seja, em todos os modelos de exercício independente do grupo. Os autores relataram aumentos de força nas três condições testadas. Entretanto, quando testados no mesmo modo o qual eles treinaram, os grupos que treinaram em PL e nas máquinas com resistência variável composta mostram maiores ganhos de força ($p < 0,05$) quando comparados ao grupo que treinou em máquina de resistência variável linear. Esses resultados sugerem que a especificidade do treino pode ser responsável por essa diferença significativa nos ganhos de força.

O estudo de Mayhew *et al.* (2010) que também avaliou os efeitos de diferentes modelos de exercícios nos ganhos de força chegou a resultados parecidos. Eles demonstraram que os ganhos de força entre os três grupos testados (supino com barra livre, supino com máquina sentado e supino com máquina deitado) são similares quando os sujeitos da amostra foram testados no supino com a barra livre. Contudo, quando os indivíduos que treinaram em máquinas foram testados na máquina a qual que eles treinaram o ganho de força foi maior se comparado ao teste de 1 RM com PL. Em contraste ao estudo de Boyer (1990), no estudo Mayhew *et al.* (2010) o grupo que treinou com PL não foi testado nas máquinas. Portanto, para esse estudo não se pode inferir se os ganhos de força adquiridos com o treinamento com PL são igualmente transferidos para os exercícios em máquinas. É importante dizer que esses dois estudos compararam o treino com PL ao treinamento com máquinas que exercem formas de resistência variável. O ideal seria comparar com máquinas com resistência constante. Outra limitação desses estudos reside no fato de que os indivíduos tiveram a força avaliada apenas pelo teste de 1 RM, e não foram testados em um modo neutro, o que eliminaria o efeito da especificidade do treino.

Ainda com o objetivo de comparar os ganhos de força entre três diferentes modelos de exercícios, Langford *et al.* (2007) realizaram o seguinte experimento. A amostra foi composta por 49 homens adultos que foram considerados iniciantes ou intermediários em TF, e se submeteram a um programa de treinamento com duração de 10 semanas e frequência de 2 vezes por semana. Eles foram divididos em 3 grupos de treino: supino realizado com a barra livre, supino realizado com a máquina (com resistência constante) e

um grupo chamado *log bench press* que realizou o exercício supino com um equipamento que era carregado com água, gerando maior instabilidade durante a execução do exercício. Os testes foram realizados antes e após 10 semanas de treinamento sob os seguintes aspectos: 3 RM nos 3 diferentes modos de exercício e avaliação do pico de torque (PT), no dinamômetro isocinético, dos adutores horizontais do ombro com 5 repetições a 60°/s, que seria o modo neutro e de maior confiabilidade.

Ao contrário dos estudos anteriores todos os grupos ganharam força em todos os testes sem diferença entre os grupos. Porém, os autores reconheceram que os resultados podem ter sido influenciados pelo fato de que o grupo que treinou na máquina treinou com carga absoluta maior que os outros grupos. Isso porque o treino foi prescrito com base em percentuais da 1 RM estimada e a média da 1 RM no supino máquina foi 8% maior do que no supino barra livre e 11% maior do que o *log bench press*. Eles concluem, portanto, que os três modos de treino são igualmente benéficos no que tange ganhos de força para essa população, só que para indivíduos que buscam melhorar sua produção de força em ambientes instáveis a utilização de PL seria mais adequada. Apesar de fugir do objetivo desse trabalho fica em aberto a discussão sobre como diferentes modos de treino afetam atividade funcionais e o desempenho atlético em diferentes esportes.

2.5 Dano muscular induzido pelo exercício

O dano muscular induzido pelo exercício (DMIE) é um assunto recorrente na literatura sobre treinamento resistido. O DMIE é uma consequência da ruptura das estruturas miofibrilares observada após a realização de exercícios intensos os quais o indivíduo não está acostumado, ou quando o indivíduo se encontra em um nível destreinado (Gibala et al., 1995; Paulsen et al., 2012; Radaelli et al., 2012). Dentre os principais sinais e sintomas associados ao DMIE se destacam a perda na função muscular, edema muscular e dor muscular tardia (Clarkson e Hubal, 2002; Clarkson, Nosaka e Braun, 1992; Paulsen et al., 2012).

O DMIE pode influenciar as adaptações morfofuncionais do tecido muscular esquelético. Há evidências que o DM é capaz de aumentar a expressão e disponibilidade de mRNA relacionados aos *mechano growth factor* (MGF) e *insulin-like growth factor-1* (IGF)-IEa (Goldspink, 2005; Philippou *et al.*, 2009) e a migração e ativação de células satélites como parte do processo de recuperação do tecido muscular (Hill e Goldspink, 2003 e Hill, Wernig e Goldspink, 2003). Esses processos têm papel fundamental na regeneração e reparo da fibra muscular após o DMIE (Paulsen *et al.*, 2012; Philippou *et al.*, 2009; Ye *et al.*, 2013).

Normalmente, no TF tradicional os exercícios são realizados nas duas fases do movimento dinâmico, ações excêntricas e concêntricas. Sabe-se que as ações excêntricas têm maior capacidade de gerar força se comparada a concêntrica e, por consequência, as ações excêntricas são realizadas de forma submáximas no TF tradicional, com a produção de força sendo limitada pela capacidade do músculo gerar força na fase concêntrica (Spurway *et al.*, 2000; Flanagan *et al.*, 2013). A atividade eletromiográfica durante ações excêntricas é menor do que em ações concêntricas e isométricas (Enoka, 1996; com McHugh *et al.*, 2000). Como consequência, é atribuída às ações excêntricas, maior potencial de causar DMIE (Chen *et al.*, 2011; Nosaka e Newton, 2002). O maior DMIE observado em treinos excêntricos ocorre devido a maior tensão exercida no músculo, sob um menor número de unidades motoras ativadas, tanto em ações excêntricas máximas quanto submáximas (McHugh, *et al.*, 2000). Esse mesmo comportamento foi observado por alguns autores que utilizaram máquinas em seus protocolos de testes (maior carga para uma menor atividade EMG) comparando com o treino com PL (Saeterbakken, Tillaar e Fimland, 2011; Schawnbeck, Chilibeck e Binsted, 2009; Tillaar e Saeterbakken 2012).

De acordo com McHugh *et al.* (2000) as ações excêntricas submáximas possuem padrões de recrutamento, semelhante a ações máximas, onde a EMG/unidade de torque é menor e a frequência mediana do sinal de EMG é maior do que em ações concêntricas submáximas. Uma EMG/unidade de torque menor sugere que menos unidades motoras estão sendo ativadas, para uma determinada carga, o que pode ser traduzido como um menor número de

fibras musculares sob maior estresse mecânico, resultando em maior DMIE. Já o aumento na frequência mediana indica que há mais unidades motoras de limiar mais elevado sendo ativadas.

Existem diversos marcadores indiretos para avaliar o DMIE, entre eles: a resposta inflamatória (Baird *et al.*, 2012; Ide *et al.*, 2013; Uchida *et al.*, 2009), a *echo intensity* da ultrassonografia *B-mode* (Caresio *et al.*, 2014; Fujikake, Hart e Nosaka, 2009; Gonzalez-Izal, Cadore e Izquierdo, 2014; Radaelli *et al.*, 2012) a concentração de creatina kinase (CK) (Baird *et al.*, 2012; Hody *et al.*, 2013; Koch, Pereira e Machado, 2014) e a concentração de outras proteínas musculares, por exemplo, a mioglobina, troponina (Koch, Pereira e Machado, 2014), entre outros.

Todos esses marcadores são marcadores indiretos de DMIE, sendo a biópsia muscular o método direto para mensuração do DMIE. Entretanto, a biópsia possui muitas limitações. Entre as limitações estão: o seu custo financeiro elevado, necessidade de recursos humanos especializados, a extensão do DM é avaliada apenas na região que foi extraída a amostra e a própria biópsia pode causar certo grau de dano no músculo que pode influenciar a análise do DMIE (Clarkson e Hubal, 2002; Staron *et al.*, 1992).

2.5.1 Ultrassonografia

A ultrassonografia (US) é uma técnica não invasiva bastante utilizada para mensuração da espessura muscular (EM) (Caresio *et al.*, 2014; Nosaka, Newton e Sacco, 2002). O edema muscular é considerado um marcador indireto de DM. Isso porque o edema gerado nos dias subsequentes a uma sessão de exercícios físicos é consequência do quadro inflamatório e da infiltração de células do sistema imune (Ide *et al.*, 2013; Paulsen *et al.*, 2012). A instalação do processo inflamatório tem como objetivo sinalizar o aumento da síntese protéica para reparação das fibras musculares danificadas (Clarkson, Nosaka e Braun, 1992 e Paulsen *et al.*, 2012). Entretanto, mudanças observadas na EM logo após a realização de exercícios físicos são atribuídas a

hiperemia, ou seja, o aumento do fluxo sanguíneo devido ao aumento da atividade metabólica na musculatura exercitada (Radaeli *et al.*, 2012).

Outra variável mensurada através das imagens geradas pela US é a *echo intensity* (EI). A EI também é considerada um marcador indireto do DMIE (Fujikake, Hart e Nosaka, 2009; Gonzalez-Izal, Cadore e Izquierdo, 2014; Radaelli *et al.*, 2012). Essa variável é mensurada analisando a intensidade do brilho da imagem, com a utilização de um *software* específico, numa escala de cinza que varia de 0 (preto) a 256 (branco) (Radaeli *et al.*, 2012). Alguns estudos mostraram que aumentos na EI estão relacionados ao DMIE (Fujikake, Hart e Nosaka, 2009; Radaeli *et al.*, 2012).

2.5.2 Dor muscular tardia

A dor tardia pós-exercício se manifesta horas após o exercício e, normalmente, tem seu pico entre 24 h e 48 h (Clarkson e Hubal, 2002; Smith, 1992). A dor muscular tardia, normalmente, pode ser avaliada pela palpação ou alongamento da musculatura alvo. O indivíduo é questionado acerca do quão dolorido sua musculatura está e, com o auxílio de uma escala visual analógica, determina o escore que mais representa a sua percepção de dor. Apesar de ser uma medida totalmente subjetiva diversos estudos observaram uma relação entre a magnitude do DMIE e a percepção da dor muscular tardia (Nosaka *et al.*, 2000; Nosaka e Newton, 2002).

Os mecanismos por trás da dor muscular tardia pós-exercício ainda não são completamente entendidos. Acredita-se que os produtos decorrentes da lesão tecidual sensibilizam os nociceptores, mecanoreceptores e as terminações nervosas livres que transmitem um impulso nervoso que é interpretado como dor (Clarkson *et al.*, 2002 e Proske e Morgan, 2001). Com a instalação do processo inflamatório, decorrente do DMIE, células do sistema imune (macrófagos e monócitos) são deslocadas até o tecido muscular lesionado (Paulsen, 2012 e Smith, 1992). Após o estímulo gerado pelo DMIE, a membrana da célula muscular produz o ácido araquidônico (Funk, 2001). O ácido araquidônico é sintetizado em prostaglandinas (PG), mais especificamente a PGE₂, que são mediadores lipídicos envolvidos na regulação

do processo inflamatório (Funk, 2001). Essas moléculas são potentes vasodilatadores e agem como substância hiperalgésica (Uchida *et al.*, 2009). As PGE₂, por sua vez, sensibilizam os nociceptores e as terminações livres que transmitem um estímulo nervoso, que é interpretado como dor, associado ao processo de dano tecidual, para o sistema nervoso central (Connolly, Sayers e McHugh, 2003; Paulsen, 2012). Assim, a magnitude da percepção de dor está relacionada com a magnitude do DMIE na musculatura exercitada (Clarkson e Hubal, 2002; Nosaka e Newton, 2002). Os maiores valores na percepção subjetiva de dor são observados entre 24 e 72 horas, podendo desaparecer somente após 7 a 10 dias (Clarkson e Hubal, 2002; Smith, 1992).

2.5.3 Prontidão para treinar

A sobrecarga do treinamento é um dos princípios que rege a adaptação do indivíduo ao treinamento. Entretanto, ao prescrever um programa de treinamento, o profissional deve levar em consideração a recuperação do indivíduo entre as sessões de treino, para otimizar os ganhos no desempenho e não gerar um acúmulo de estresse fisiológico que leve a uma queda no desempenho, ou até mesmo, a síndrome de *overtraining* (Laurent *et al.*, 2011; Stone *et al.*, 1991). Poucos instrumentos de avaliação estão disponíveis para se avaliar a recuperação muscular entre as sessões de treino (por exemplo: avaliação de marcadores sanguíneos) tanto em academias quanto para grande parte dos atletas. A maioria desses métodos de avaliação têm custos elevados e demandam muito tempo para analisar, tornando muitas vezes impraticável a utilização desses métodos no dia-a-dia.

Com o propósito de monitorar a carga interna e o nível de estresse fisiológico (dose) gerado por uma sessão de treino tem sido proposta a utilização de uma escala de percepção subjetiva de esforço da sessão (PES). Inicialmente, a escala de Borg foi validada para quantificar a intensidade do exercício aeróbio (Borg, 1982). Posteriormente, os pesquisadores adaptaram essa escala para mensurar a PES para o TF surgindo então, algumas adaptações (CR-10, OMNI) (Foster *et al.*, 2001; McGuigan e Foster, 2004; Sweet *et al.*, 2004). O emprego da escala de PES para mensurar o estresse

imposto por uma sessão de treino se tornou um grande aliado para os professores de educação física e treinadores, pois seus custos são extremamente baixos e de fácil aplicação. Nesse sentido, alguns autores buscaram validar um instrumento de avaliação, com base na percepção subjetiva, para também quantificar a recuperação do indivíduo entre as sessões de treino (Kraemer e Fleck, 2009; Laurent *et al.*, 2011; Sikorski *et al.*, 2013).

Estes pesquisadores propuseram uma escala de prontidão para treinar ou escala de percepção subjetiva de recuperação. Essa escala tem como objetivo verificar o quão “pronto” fisicamente o indivíduo está para fazer a sessão de treino proposta, antes do início da mesma. Os autores verificaram correlação entre alguns marcadores de DMIE e os escores obtidos na avaliação da prontidão para treinar (Sikorski *et al.*, 2013). Os marcadores de DMIE mostraram correlação significativa com o pico de dor e a concentração de creatina quinase (CK) sérica. No estudo de Laurent *et al.* (2011) os indivíduos que relataram os menores escores de prontidão para treinar, antes de iniciar a sessão de treino, obtiveram as maiores quedas de rendimento durante a sessão. Como a escala de prontidão para treinar é avaliada de forma subjetiva e seus resultados podem ser influenciados por fatores psicológicos (Borg, 1982) a avaliação da recuperação do indivíduo utilizando esta ferramenta deve ser utilizada com cautela e em conjunto com outros fatores (Kraemer e Fleck, 2009; Sikorski *et al.*, 2013).

2.5.4 Função muscular

A perda na capacidade de gerar força muscular é relatada na literatura como uma das principais consequências do DMIE (Clarkson, Nosaka e Braun, 1992 e Smith, 1992). Essa é uma forma bastante eficaz de se mensurar o grau do DMIE. No estudo de Paulsen *et al.* (2012) eles propuseram uma classificação do grau de DM de acordo com a perda na capacidade de gerar força da musculatura exercitada. Em sua extensa revisão de literatura eles notaram que nos estudos que observaram reduções <20% na capacidade de gerar força, imediatamente após o exercício, não foram encontrados sinais de

necrose tecidual ou acúmulo de leucócitos, e os aumentos nas concentrações de CK foram relativamente baixas. Foi relatado também que sob essas condições, a recuperação da produção de força aos valores basais aconteceu entre 24 e 48 horas após a realização do exercício. Quando a perda de força logo após o exercício é entre 20-50% e a recuperação na capacidade de produzir força muscular somente retorna aos valores basais entre 48 e 168 h, Paulsen *et al.* (2012) classificaram o DMIE como moderado. Ainda segundo esses autores caso a recuperação da força muscular retorne aos valores basais após 168 h e a queda na produção de força logo após o exercício for >50%, então, o DMIE é classificado como severo.

2.5.5 Nível de treinamento

Alguns estudos demonstraram que protocolos de exercícios resistidos tradicionais também possuem a capacidade de gerar DMIE, tanto em indivíduos destreinados (Aboordarda *et al.*, 2011; Gibala *et al.*, 1995, Uchida *et al.*, 2009) como em indivíduos treinados (Ahtiainen *et al.*, 2011; Gibala *et al.*, 2000, Machado e Willardson, 2010; Newton *et al.*, 2008). Um dos fatores que contribuem para que os efeitos deletérios do DMIE sejam atenuados em indivíduos treinados estão ligados ao efeito da carga repetida (Gibala *et al.*, 2000; Meneghel *et al.*, 2014 e Newton *et al.*, 2008). O efeito da carga repetida é uma resposta adaptativa na musculatura exercitada na qual os efeitos do DMIE são atenuados quando essa mesma musculatura é exercitada de novo (Fernandez-Gonzalo *et al.*, 2011; Nosaka *et al.*, 2000). Os mecanismos que atuam nessa resposta adaptativa não foram totalmente esclarecidos. Especula-se que o efeito da carga repetida seja resultado de adaptações neurais, celulares e mecânicas (McHugh, 2003). Mesmo assim, diversos estudos reportaram que indivíduos treinados podem apresentar um quadro de DMIE dependendo do treino o qual ele se submeteu (Ahtiainen *et al.*, 2011, Falvo *et al.*, 2007; Gibala *et al.*, 2000 e Soares *et al.*, 2015) indivíduos treinados podem demorar até 6 dias para recuperar sua prontidão para treinar após um treino vigoroso, mesmo já tendo recuperado sua força máxima e não apresentar dor muscular tardia. Nesse estudo a amostra realizou um treino de 5 séries de 10

RM no *leg press* e 4 séries de 10 RM no agachamento, correspondentes ao volume e intensidade de treino já praticados pelos sujeitos da amostra.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostra

Foram recrutados 27 voluntários homens adultos com idade entre 18 e 34 anos com pelo menos 6 meses de experiência em TF. Os indivíduos responderam a um breve questionário acerca das suas condições gerais de saúde por meio do PAR-Q (anexo 1) e relataram sua experiência com TF por meio de outro questionário (anexo 2). Os participantes não possuíam nenhuma doença osteomioarticular que pudesse agravar, ou que impedisse a prática de exercícios com pesos. Os voluntários não realizaram cirurgia nos membros superiores, não portavam nenhuma patologia cardiovascular, pulmonar ou metabólica e não estavam sob tratamento farmacológico que pudesse influenciar a prática de exercícios físicos. Os voluntários também não utilizaram medicamentos antiinflamatórios e analgésicos durante o período da pesquisa. Os participantes foram instruídos a manter seus hábitos alimentares normais, não ingerir bebida alcoólica e não praticar nenhum exercício físico, que envolvesse a musculatura testada, durante o período da pesquisa. Todos os sujeitos da amostra assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 3), onde foram descritos todos os procedimentos do estudo assim como seus riscos e benefícios. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (CAAE n. 36351214.7.0000.0030).

3.2 Delineamento experimental

Foi realizado um estudo experimental aleatorizado com três grupos de comparação. Os sujeitos foram divididos contrabalanceada e aleatoriamente em três grupos. Um grupo realizou uma sessão de treino no supino com halteres (HALTER), outro grupo no supino com a barra guiada no aparelho Smith (SMITH) e o terceiro no supino horizontal com a barra livre (BARRA). Os indivíduos realizaram 7 visitas ao laboratório, em dias distintos, para a realização dos testes e do treino. No primeiro dia de testes foram mensuradas a estatura e massa corporal dos sujeitos, para descrição da amostra. Foi feita

uma familiarização com as escalas de percepção de dor e prontidão para treinar, em seguida, eles foram submetidos ao protocolo para determinar a carga correspondente a 10 RM. No segundo dia (pelo menos 72 horas após o primeiro dia) os indivíduos realizaram uma familiarização com o protocolo de testes no dinamômetro isocinético modelo Biodex System III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY), logo após a confirmação da carga de 10 RM determinada pelo re-teste.

Na segunda-feira da semana seguinte foi realizado o protocolo de treinamento. Nos dias subsequentes foi realizada a avaliação do DMIE. Os indivíduos compareceram ao laboratório para mensuração da prontidão para treinar, percepção subjetiva de dor, edema muscular, *echo intensity* e avaliação da função muscular. Essas coletas foram feitas nos momentos pré (*baseline*), logo após o protocolo de treinamento (10 min) e nos quatro dias seguintes com um intervalo de 24 h entre as coletas. A figura 1 mostra um organograma ilustrando os procedimentos realizados nos dias de coleta.

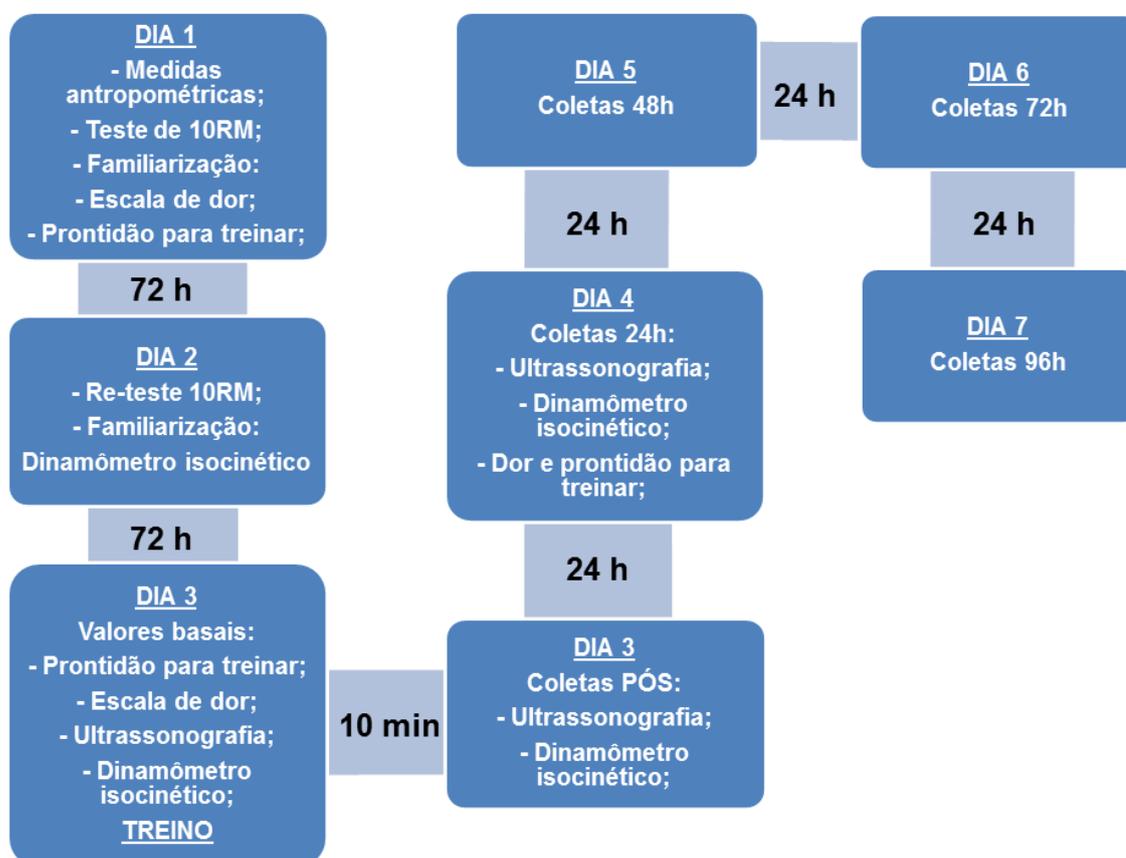


Figura 1. Organograma do delineamento experimental.

3.3 Medidas antropométricas

A estatura dos indivíduos foi mensurada por meio de um estadiômetro com precisão de 0,1 cm (Sanny; campo de medição de 40 cm a 210 cm;) e a massa corporal por uma balança digital com precisão de 0,05 kg (Líder, modelo P 180M, Araçatuba, SP). Os voluntários se posicionaram em pé de costas para a régua de medição do estadiômetro com os pés juntos, corpo ereto e com as mãos ao lado do corpo. Para mensuração da massa corporal, os avaliados se posicionaram em pé no centro da balança, de frente para o visor digital da balança, com ligeiro afastamento lateral dos pés, eretos e com o olhar em um ponto fixo a frente.

3.4 Avaliação da dor muscular tardia e da prontidão para treinar

A dor muscular tardia foi avaliada por palpação dos ventres da musculatura do peitoral maior e tríceps braquial. O avaliador aplicou uma pressão constante com a ponta dos dedos III e IV por aproximadamente 3 segundos (Uchida *et al.*, 2007). A palpação foi realizada sempre pelo mesmo avaliador. A classificação da dor se deu por meio de uma escala análoga-visual (Figura 2). Nessa escala “0” representa “nenhuma dor” e “10” representa “dor extrema”. Quando perguntados, os sujeitos indicaram qual nível de dor muscular percebido para cada músculo avaliado.

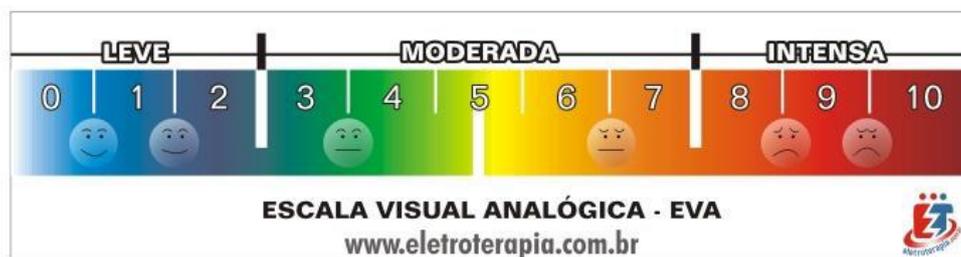


Figura 2. Escala análoga visual de percepção de dor.

A escala de prontidão para treinar (anexo 4) também foi mensurada através de uma escala análoga-visual. Essa é uma escala milimétrica que possui valores que variam de “0” mm, que significa nenhuma prontidão física para treinar, a “100” mm que indica total disposição para treinar e vai até “120”

mm, pois o indivíduo pode apresentar aumento na disposição para treinar durante o estudo, quando comparado ao *baseline* (Athiainen *et al.*, 2011).

3.5 Teste de 10 RM

Foi realizado o teste de dez repetições máximas (10 RM), seguindo as recomendações de Kraemer & Fry (1995) adaptado, para determinar a carga utilizada na sessão de treinamento: 1) aquecimento de oito a dez repetições com 40% da carga de 10 RM estimada; 2) descanso de 60 segundos com alongamento leve, seguido de seis a oito repetições com 60% da carga de 10RM estimada; 3) após mais 60 segundos de descanso incremento do peso tentando alcançar 10 RM em, no máximo, três tentativas, usando pelo menos cinco minutos de intervalo entre uma tentativa e outra; 4) o valor registrado foi o de dez repetições com o peso máximo levantado na última tentativa bem sucedida. Para garantir a confiabilidade dos dados foi realizado um re-teste para confirmar a carga de 10 RM, 72 h após.

3.6 Testes isocinéticos

Foram realizados dois testes no dinamômetro isocinético Biodex System III e IV (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY) para avaliar o pico de torque (PT) e trabalho total (TT) dos adutores horizontais do ombro e dos extensores do cotovelo. Em ambos os testes não foram realizadas séries de aquecimento (Ferreira-Júnior *et al.*, 2013). Foram realizadas duas séries de 3 repetições máximas a 60°/s com 2 minutos de intervalo, para avaliar o PT (N.m) isocinético e após mais 2 minutos de descanso, foi realizada 1 série de 20 repetições máximas a 120°/s para mensurar o TT (J).

Para o protocolo de adução horizontal de ombro foi utilizado o protocolo de Silva *et al.* (2006), adaptado (ver figura 3). O sujeito se posicionou deitado em decúbito dorsal em uma maca com o seu processo acromial alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro isocinético. A correção da gravidade foi realizada com o braço do sujeito totalmente relaxado e apoiado sobre o braço

do dinamômetro. A amplitude de movimento foi de aproximadamente 90°, sendo a posição inicial com o ombro a 90° abdução horizontal e a posição final com o braço do indivíduo totalmente na vertical a 0° de adução horizontal do ombro. O sujeito ficou preso à maca com tirantes no tórax, no quadril e logo abaixo os joelhos para evitar que o sujeito movimente seu corpo no eixo longitudinal.

A. Posição inicial;

B. Posição final;

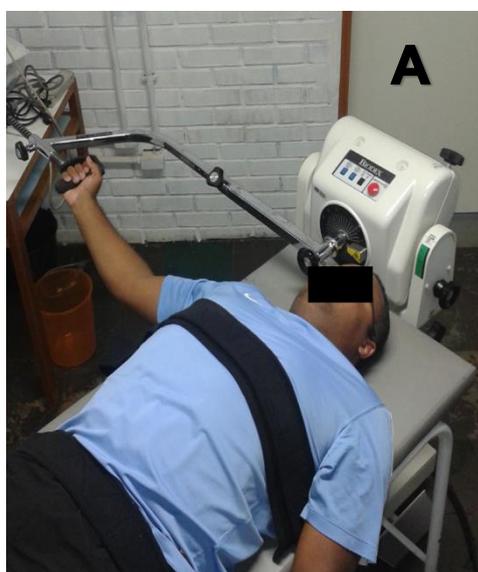
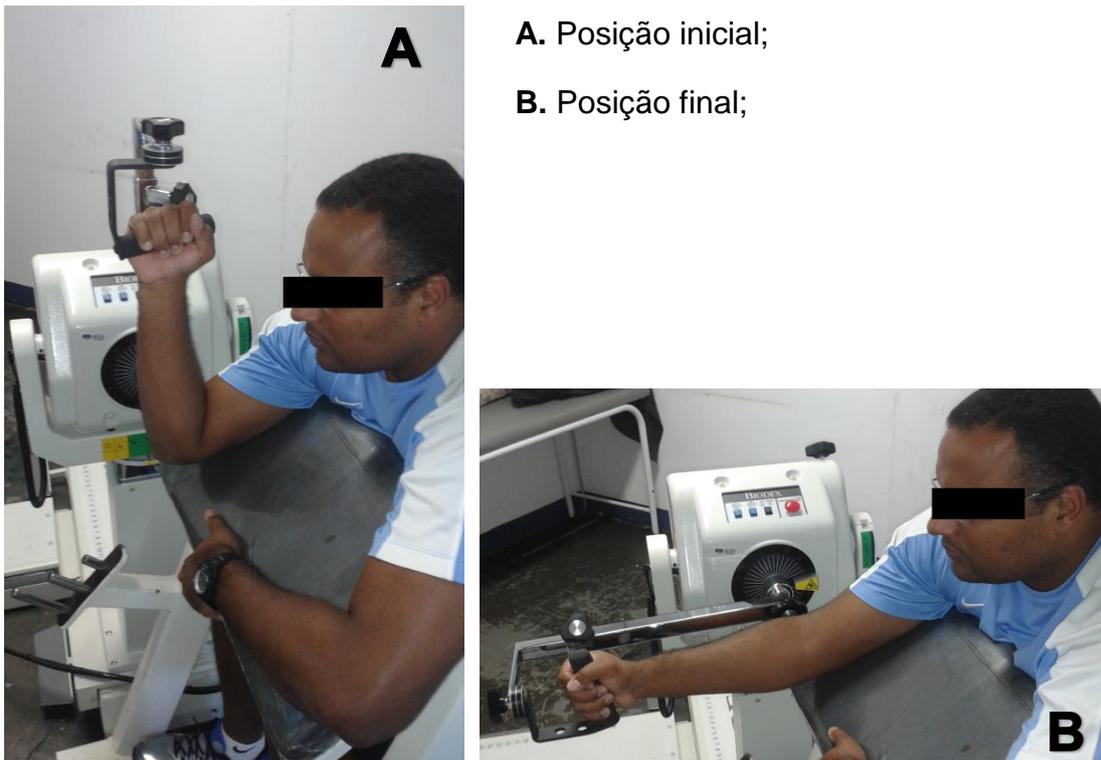


Figura 3. Posicionamento do indivíduo no dinamômetro isocinético durante o protocolo para avaliar a produção de força dos adutores horizontais do ombro.

O protocolo para a extensão de cotovelo foi realizado com o sujeito sentado no banco Scott com o epicôndilo lateral alinhado ao eixo de rotação do dinamômetro (ver figura 4). A amplitude total do movimento foi de 120°, sendo que a posição final foi com aproximadamente 5° de flexão, com o punho na posição neutra. Todas as regulagens do dinamômetro foram anotadas para cada sujeito para garantir o ajuste correto em todas as sessões de avaliação. Será realizado o mesmo procedimento nas avaliações de ombro. Os indivíduos foram encorajados verbalmente durante todas as repetições para garantir a produção de força máxima.



A. Posição inicial;
B. Posição final;

Figura 4. Posicionamento do indivíduo no dinamômetro isocinético durante o protocolo para avaliar os extensores do cotovelo.

3.7 Ultrassonografia

3.7.1 Espessura Muscular

Os dados de ultrassonografia foram utilizados para avaliara o edema muscular e a *echo intensity* (EI) nos dias de recuperação após a intervenção, por meio do aparelho de ultrassonografia *B-Mode* (Philips-VMI, Ultra Vision Flip, model BF; Lagoa Santa, MG, Brazil). Um transdutor de 7,5 MHz foi colocado sobre a pele perpendicularmente aos músculos testados. Os indivíduos permaneceram em repouso por 5 minutos antes das coletas. As referências anatômicas para o peitoral maior foram no ponto médio da clavícula no ponto entre a terceira e a quarta costela e para o tríceps braquial foi no ponto a 60% da distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero (Yasuda *et al.*, 2010). Ambas as medidas foram realizadas do lado direito em todos os sujeitos com o indivíduo em decúbito dorsal na maca para a aferição do peitoral maior e em decúbito ventral na maca para a captura

da imagem do tríceps braquial. Foi utilizada uma caneta, marcadora permanente, demarcando o posicionamento do transdutor para garantir o seu correto posicionamento em todas as coletas.

As imagens de ultrassom foram analisadas através do *software* Image-J software (version1.37, National Institutes of Health, Washington, D.C., USA). A espessura muscular (EM) do peitoral maior (figura 5A) foi calculada considerando a maior distância aferida entre a interface do peitoral maior com a musculatura intercostal e a interface do peitoral maior com a camada subcutânea de tecido adiposo, no espaço entre a terceira e a quarta costela (Yasuda *et al.*, 2010). Para a aferição da EM do tríceps braquial (figura 5B) foi considerada a distância entre a interface do tríceps braquial com o úmero e a interface do tecido adiposo subcutâneo com o tríceps braquial (Yasuda *et al.*, 2010). Para a análise estatística foi analisado a média de três medidas aferidas da EM de cada músculo.

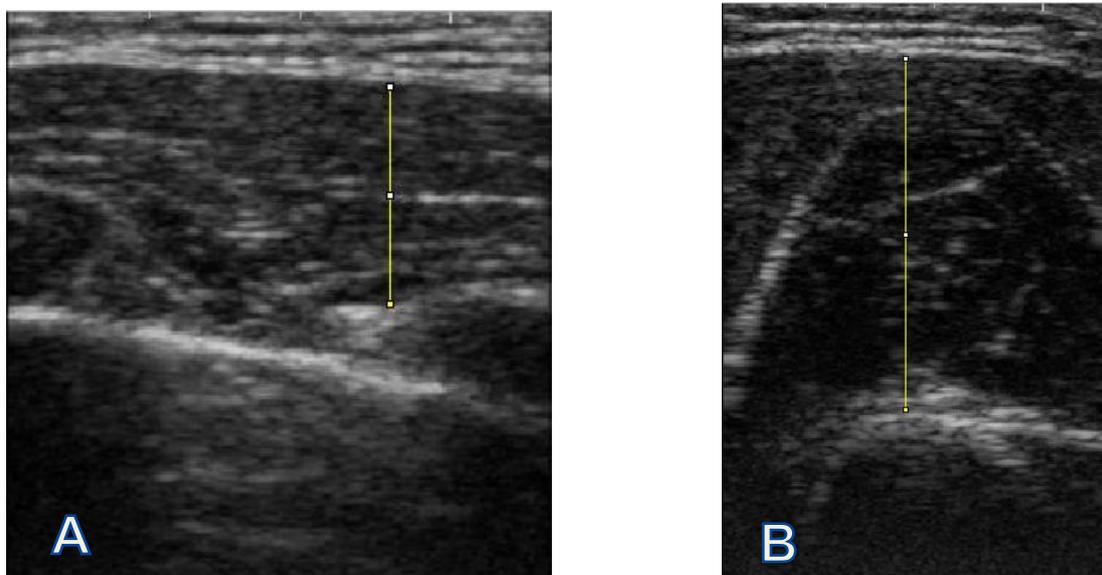


Figura 5. Medidas da EM para o peitoral maior (A) e o tríceps braquial (B).

3.7.2 *Echo intensity*

A EI foi calculada analisando uma região retangular de 1,6 cm² nas imagens do peitoral maior (PM) o que correspondia a mais de 50% da área retangular total, para a maioria dos sujeitos. Segundo o estudo de Caresio *et al.*

(2014) deve ser utilizado uma área de pelo menos 15% da área retangular total da musculatura em análise para se obter uma medida confiável.

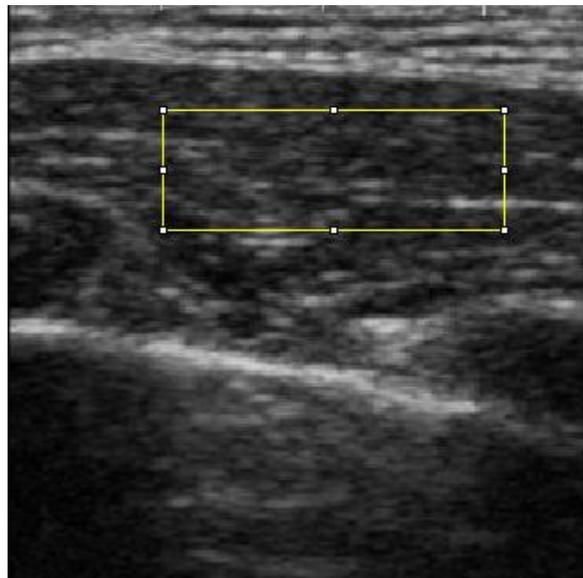


Figura 6. Área de interesse para mensurar a EI no peitoral maior.

3.8 Treino

O treino foi realizado pelos grupos de intervenção (HALTER, BARRA e SMITH), foi composto por 8 séries de 10 repetições no supino com intervalo de 2 min entre as séries. Para evitar uma queda muito acentuada do número de repetições durante a sessão foi utilizada uma carga de 90% de 10 RM e foi realizada uma redução de 20% na carga de treino após a quarta série. A amplitude de movimento foi controlada em todos os grupos. A posição inicial e final, no SMITH e BARRA, foi considerada com os cotovelos estendidos, e a posição intermediária foi considerada com barra tocando o esterno (ver figura 7A e B). Já no exercício com halteres foram utilizadas hastes de plástico conectadas nos dois halteres, com fitas adesivas. A posição inicial foi considerada com os cotovelos estendidos e a posição intermediária foi considerada quando as hastes plásticas tocassem o tórax do sujeito (ver figura 7C e D). O tempo de execução das repetições foi de 3 segundos na excêntrica e 1 segundo na concêntrica e foi controlado por um metrônomo digital (modelo DP30 Afinador / Metrônomo, Dolphin, Barueri, São Paulo).

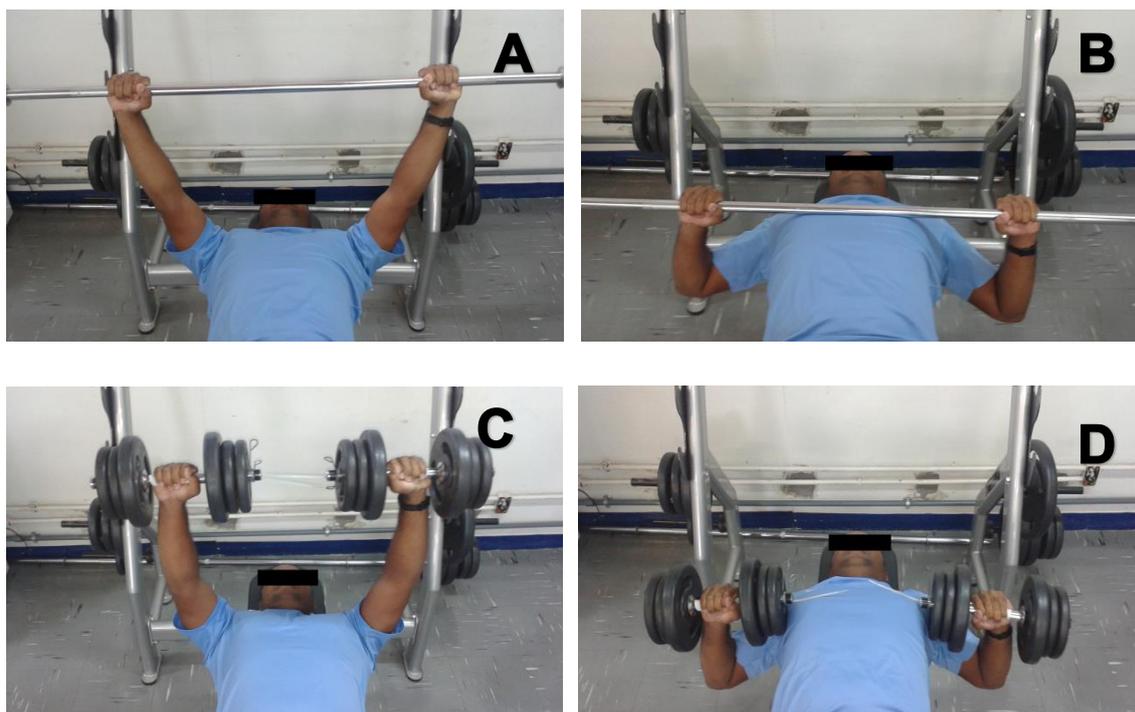


Figura 7. Ilustra como foi controlada a amplitude de movimento dos exercícios de supino com a barra livre e com o Smith (A e B) e com halteres (C e D). A e C: posição inicial; B e D: posição intermediária

3.9 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o *software* SPSS (version 17.0; SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Primeiramente os dados foram tratados e foi realizada análise estatística descritiva destes através da média e desvio padrão (DP) das variáveis. Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Para os dados que não obtiveram distribuição normal foi utilizada a transformação logarítmica. Verificou-se que as variáveis: prontidão para treinar e percepção subjetiva de dor, tanto para o peitoral maior quanto para o tríceps braquial, não tiveram distribuição normal, mesmo após a transformação logarítmica. Portanto, foram realizados testes não paramétricos para essas variáveis. Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e como *post hoc* o teste U de Mann-Witney para as amostras independentes (comparações entre os grupos) e a ANOVA de Friedman, com o teste de Wilcoxon como *post hoc* para amostras dependentes (comparações dentro dos grupos – PRÉ, PÓS, 24h, 48h, 72h e 96h).

Para as demais variáveis foi observada uma distribuição normal. Assim, foi realizado a ANOVA fatorial mista 3 x 6 [grupo (BARRA, SMITH e HALTER) x tempo (PRÉ, PÓS, 24h, 48h, 72h e 96h)] e o *post hoc Least Significant Difference* (LSD) de Fisher. Quando a ANOVA 3 x 6 encontrou um efeito principal significativo nas comparações dentro dos grupos foi realizado uma ANOVA de medidas repetidas 1 x 6, para cada grupo, para encontrar as diferenças significativas ao longo do tempo. O nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1 Características da amostra

Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos para nenhuma medida antropométrica e para nenhuma variável relacionada ao nível de treinamento do indivíduo. Os dados estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Características antropométricas e descrição das variáveis relacionadas ao nível de treinamento da amostra de cada um dos três grupos de intervenção.

	BARRA	SMITH	HALTER
Idade (anos)	23,00 ± 3,12	23,67 ± 3,46	23,89 ± 4,88
Estatura (m)	1,78 ± 0,08	1,75 ± 0,05	1,74 ± 0,04
MC (kg)	83,17 ± 8,43	79,11 ± 5,21	78,38 ± 8,62
Exp (anos)	4,84 ± 3,53	4,22 ± 3,07	4,03 ± 3,05
F (x/semana)	3,56 ± 0,88	4,22 ± 0,67	5,0 ± 0,87
Séries/sessão	8,33 ± 3,54	10,11 ± 3,55	9,89 ± 2,89

MC= massa corporal, Exp= experiência com TF, F= frequência semanal de TF. Todos os valores estão descritos como MÉDIA ± DP (desvio padrão).

4.2 Teste de 10 RM

Abaixo segue uma figura ilustrando o resultado dos testes de 10 RM para os três grupos. O *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) na análise de teste e re-teste de 10 RM foi de 0,97. Os resultados indicaram diferença significativa apenas entre o grupo BARRA e HALTER ($p < 0,05$) e entre o grupo SMITH e HALTER foi encontrado um valor $p = 0,07$.

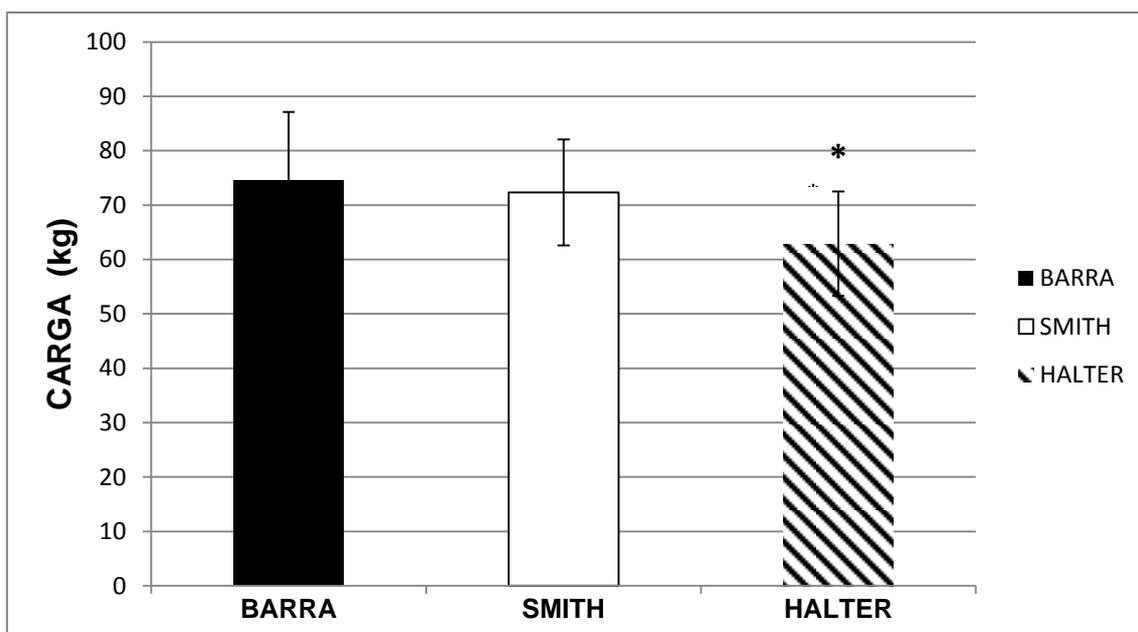


Figura 8. Demonstra as médias \pm DP das cargas, em kg, correspondentes aos testes 10 RM de cada grupo. * $p < 0,05$, menor que grupo BARRA.

4.3 Desempenho na série

Não foram encontradas diferenças significantes no volume total (VT) de treino entre BARRA x SMITH ($p = 0,965$), BARRA x HALTER ($p = 0,164$) e SMITH x HALTER ($p = 0,176$), como ilustrado na figura 9.

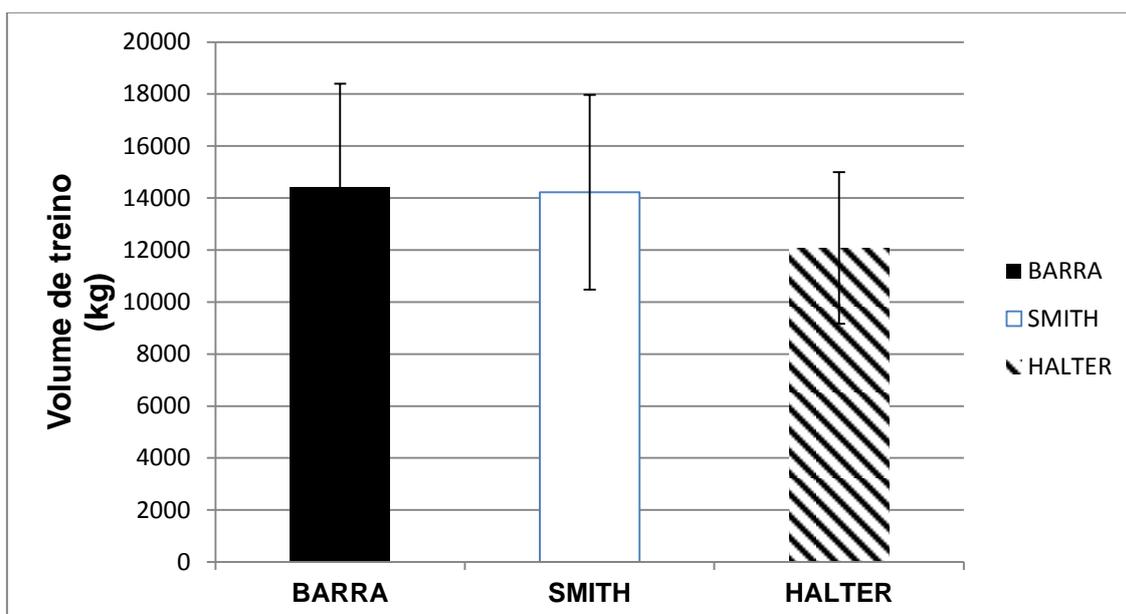


Figura 9. Representa as médias \pm DP correspondentes ao VT, em kg, de treino de cada grupo experimental.

A tabela 2 contém um resumo com os valores dos testes de 10 RM e do volume de treino dos 3 grupos. A única diferença encontrada entre grupos foi para a carga no teste de 10 RM entre o grupo BARRA e o grupo HALTER ($p < 0,05$).

Tabela 2. Resumo dos dados do teste de 10 RM e do VT, de todos os grupos experimentais.

	BARRA	SMITH	HALTER
10 RM (kg)	74,56 ± 12,57	72,33 ± 9,75	62,89* ± 9,60
Volume de treino (kg)	14411,11 ± 3986,98	14218,22 ± 3743,85	12076,89 ± 2915,39

* $p < 0,05$, comparado ao grupo BARRA.

Na avaliação do desempenho durante a série não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos. Após a quarta série foi realizada uma redução de 20% na carga com o objetivo de evitar uma queda acentuada no volume de treino nas séries subsequentes.

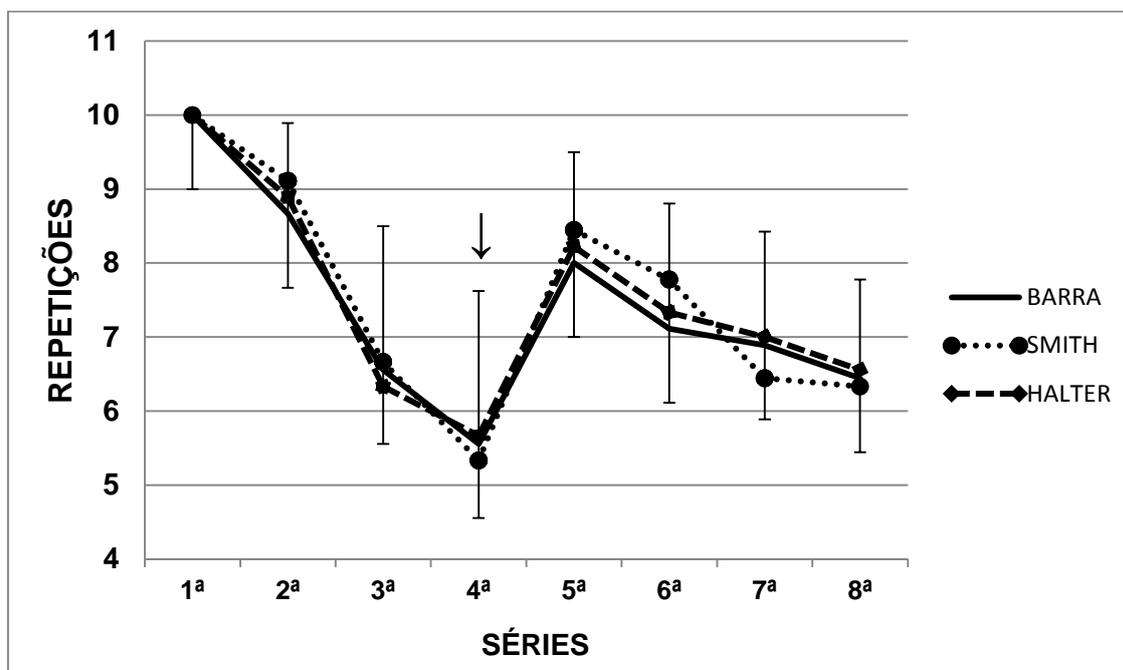


Figura 10. Nesta figura estão representadas as médias ± DP correspondentes ao número de repetições realizadas em todas as séries durante o treino para todos os grupos. ↓ Redução de 20% na carga.

4.4 Pico de Torque e Trabalho Total dos adutores horizontais do ombro

Os resultados da avaliação teste e re-teste indicaram um ICC de 0,97, para as avaliações no dinamômetro isocinético. Foi verificado um efeito principal significativo para o PT, na comparação com PRÉ, mas não na interação grupo x tempo, demonstrando que não houve diferença significativa entre os grupos. Na avaliação do PT (N.m) isocinético dos adutores horizontais do ombro todos os grupos recuperaram a produção de força somente 72h após a sessão de treino. A seguir a figura 11 e a tabela 3 demonstram o comportamento do PT em relação ao tempo de recuperação do treino.

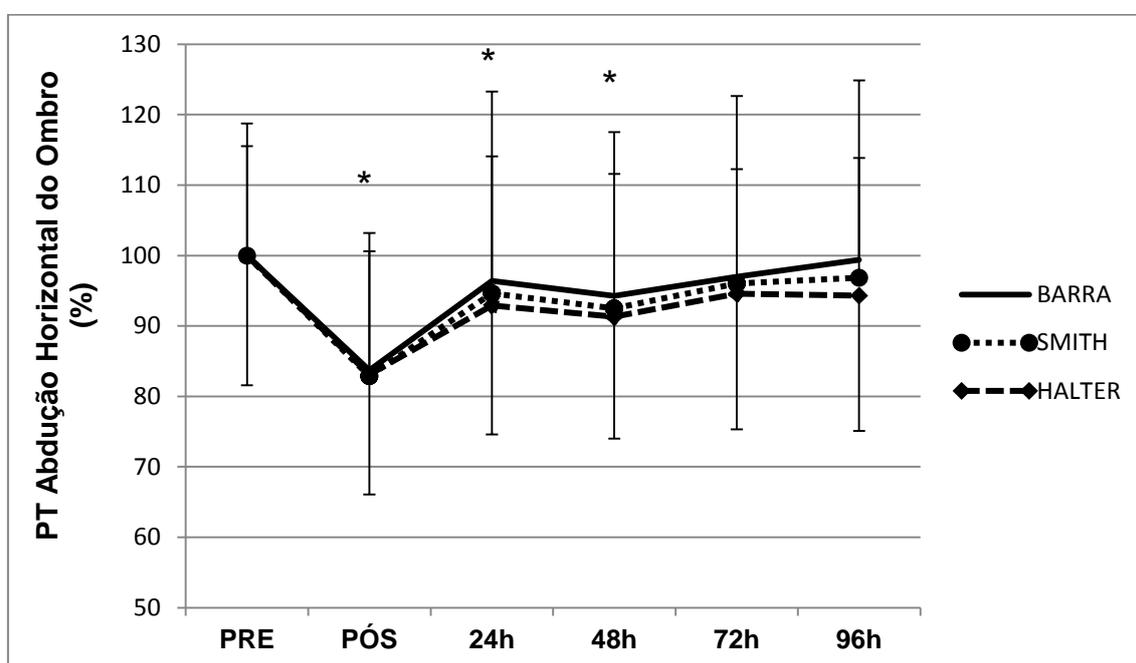


Figura 11. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. * $p < 0,05$, queda em relação ao momento PRÉ;

Tabela 3. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino.

PT ADUÇÃO HORIZONTAL DO OMBRO (N.m)						
GRUPO	PRÉ	PÓS	24h	48h	72h	96h
BARRA	121,94 \pm 22,86	102,09* \pm 23,78	117,53* \pm 32,81	114,97* \pm 28,35	118,28 \pm 31,27	121,18 \pm 31,10
SMITH	116,52 \pm 18,07	96,59* \pm 20,63	110,29* \pm 22,61	107,80* \pm 22,22	111,90 \pm 18,90	112,84 \pm 19,82
HALTER	127,20 \pm 23,43	105,71* \pm 21,63	118,20* \pm 23,30	116,18* \pm 22,05	120,29 \pm 24,46	119,99 \pm 24,48

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ;

Já nas análises acerca da produção de TT (J) a ANOVA demonstrou que nenhum dos grupos retornaram sua produção de TT aos valores basais, mesmo com 96 h de recuperação ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos.

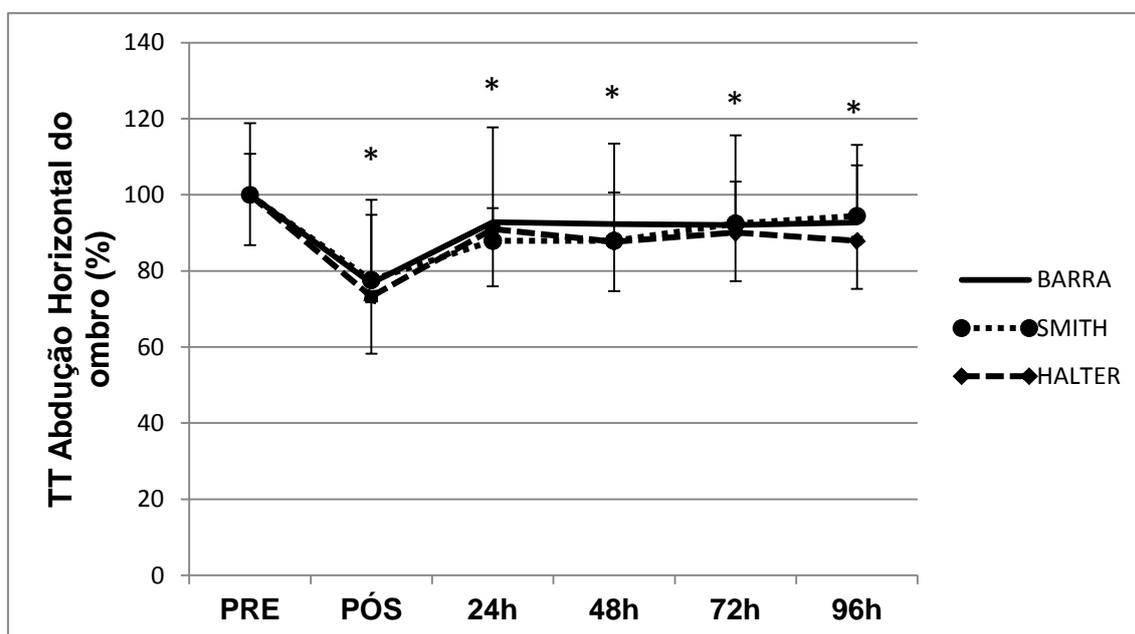


Figura 12. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. * $p < 0,05$ queda em relação a PRÉ;

Tabela 4. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino.

TT ADUÇÃO HORIZONTAL DO OMBRO (J)						
GRUPO	PRÉ	PÓS	24h	48h	72h	96h
BARRA	2366,23 \pm 445,14	1817,28* \pm 518,37	2195,17* \pm 590,69	2183,60* \pm 501,47	2178,52* \pm 557,23	2194,06* \pm 481,46
SMITH	2243,26 \pm 241,04	1741,32* \pm 383,40	1973,29* \pm 191,33	1972,40* \pm 283,63	2155,17* \pm 336,08	2120,28* \pm 297,05
HALTER	2254,59 \pm 298,73	1652,22* \pm 339,66	2052,33* \pm 341,05	1977,36* \pm 293,05	2032,11* \pm 289,93	1981,85* \pm 285,73

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ;

4.5 Pico de Torque e Trabalho Total dos extensores de cotovelo

Como a esfericidade dos dados foi violada, como indicado pelo teste de Mauchly ($p < 0,05$), foi realizado a correção de Greenhouse-Geisser (Field, 2009), após essa correção não foram verificadas diferenças significantes na interação grupo x tempo, somente um efeito principal para tempo, independente do grupo. Avaliando a recuperação da produção de força foi observado que o PT (N.m) na extensão de cotovelo voltou aos valores PRÉ com 24h, sem diferença entre grupos. Foi observada queda significativa na produção de força ($p < 0,05$) somente no momento PÓS. A figura 12 e a tabela 5 contêm os dados referentes ao PT na extensão de cotovelo.

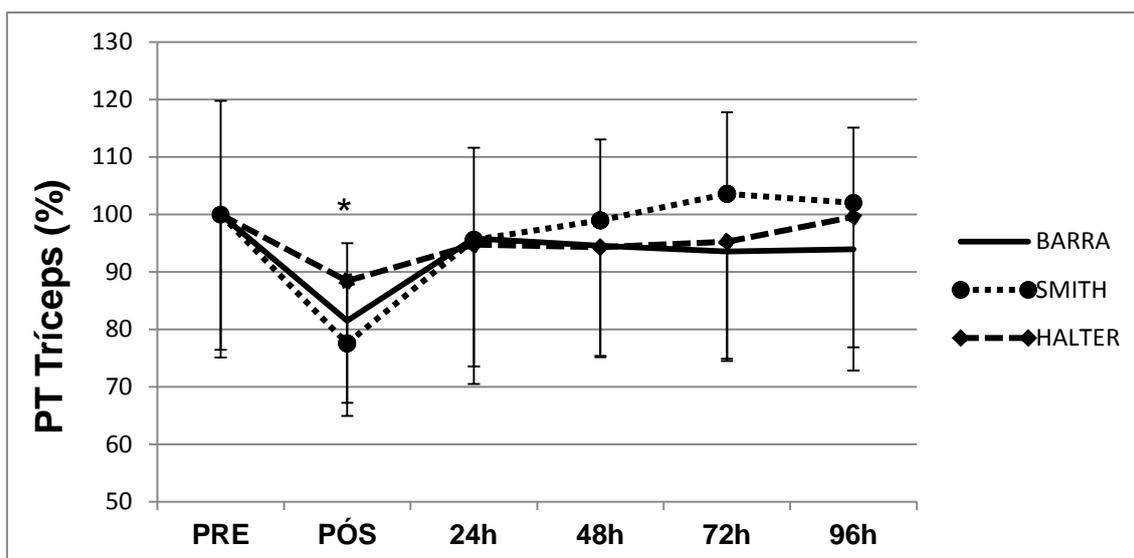


Figura 13. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos extensores de cotovelo, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. * $p < 0,05$ queda em relação a PRÉ;

Tabela 5. Médias \pm DP do PT a 60°/s dos extensores de cotovelo, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino.

PT EXTENSÃO DE COTOVELO (N.m)						
GRUPO	PRÉ	PÓS	24h	48h	72h	96h
BARRA	65,31 \pm 16,27	53,20* \pm 10,80	62,59 \pm 14,56	61,74 \pm 12,51	60,12 \pm 11,16	61,35 \pm 13,78
SMITH	59,37 \pm 11,74	46,05* \pm 10,70	56,74 \pm 9,50	58,75 \pm 8,37	61,49 \pm 8,43	60,59 \pm 7,74
HALTER	65,34 \pm 15,41	57,79* \pm 13,88	61,92 \pm 15,85	61,62 \pm 12,51	61,74 \pm 13,57	65,07 \pm 14,85

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ;

O mesmo comportamento dos dados para o PT na extensão de cotovelo foi observado para a produção de TT (J). A hipótese de esfericidade foi violada e, também, foi realizada a correção de Greenhouse-Geisser. Os resultados mostraram que a produção de TT retornou aos valores basais com 24h. Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos para TT.

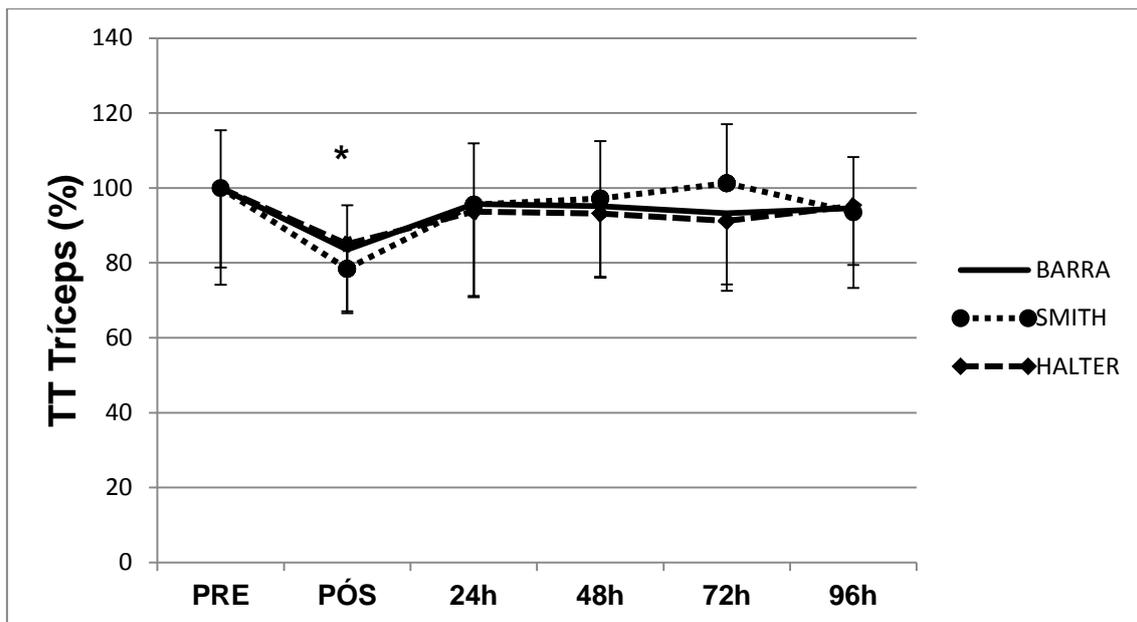


Figura 14. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos extensores de cotovelo de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino. * $p < 0,05$ queda em relação a PRÉ;

Tabela 6. Médias \pm DP do TT, produzido na série a 120°/s, dos adutores horizontais do ombro, de todos os grupos em todos os momentos avaliados após a sessão de treino.

TT EXTENSÃO DE COTOVELO (J)						
GRUPO	PRÉ	PÓS	24h	48h	72h	96h
BARRA	1538,33 \pm 363,22	1285,23* \pm 248,80	1471,84 \pm 361,18	1462,69 \pm 285,89	1435,05 \pm 318,92	1455,61 \pm 327,74
SMITH	1550,83 \pm 239,03	1215,99* \pm 262,87	1481,36 \pm 254,86	1507,51 \pm 236,73	1570,64 \pm 244,16	1449,39 \pm 228,75
HALTER	1539,39 \pm 397,36	1308,60* \pm 283,87	1441,98 \pm 351,03	1434,70 \pm 264,30	1404,00 \pm 261,38	1465,03 \pm 242,59

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ;

4.6 Dor muscular tardia no peitoral maior

Não foram encontradas diferenças entre grupos em nenhum momento para essa variável ($p > 0,05$). Todos os grupos ficaram com o peitoral maior PM

dolorido por até 72h após o exercício. A seguir a figura 14 e a tabela 7 ilustram o comportamento da dor tardia pós exercício nos dias de recuperação do treino para a musculatura do peitoral maior (PM).

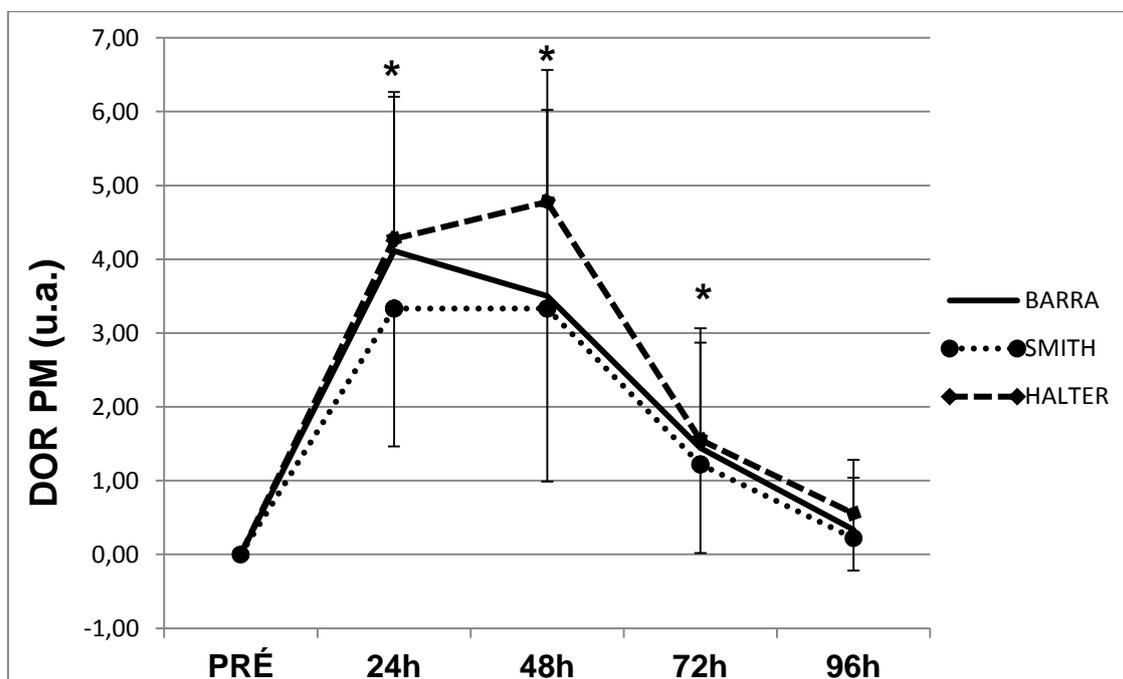


Figura 15. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do PM nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. * $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ.

Tabela 7. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do PM nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP.

		DOR PM (u.a.)				
GRUPO	PRÉ	24h	48h	72h	96h	
BARRA	0	4,11 \pm 2,09*	3,5 \pm 2,52*	1,44 \pm 1,42*	0,33 \pm 0,71	
SMITH	0	3,33 \pm 1,87*	3,33 \pm 2,35*	1,22 \pm 1,2*	0,22 \pm 0,44	
HALTER	0	4,28 \pm 1,99*	4,78 \pm 1,79*	1,56 \pm 1,51*	0,56 \pm 0,73	

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ.

4.7 Dor muscular tardia no tríceps braquial

Na avaliação do tríceps braquial (TB) foram encontradas diferenças significantes em relação ao PRÉ para os grupos BARRA e SMITH ($p < 0,05$), entretanto o grupo HALTER não demonstrou dor tardia em nenhum momentos. Nos momentos 24h e 48h foram encontradas diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos BARRA e HALTER, somente. Abaixo seguem a figura 15 e a tabela 8 que representam o comportamento da dor tardia pós exercício nos dias de recuperação do treino para a musculatura do Tríceps Braquial (TB).

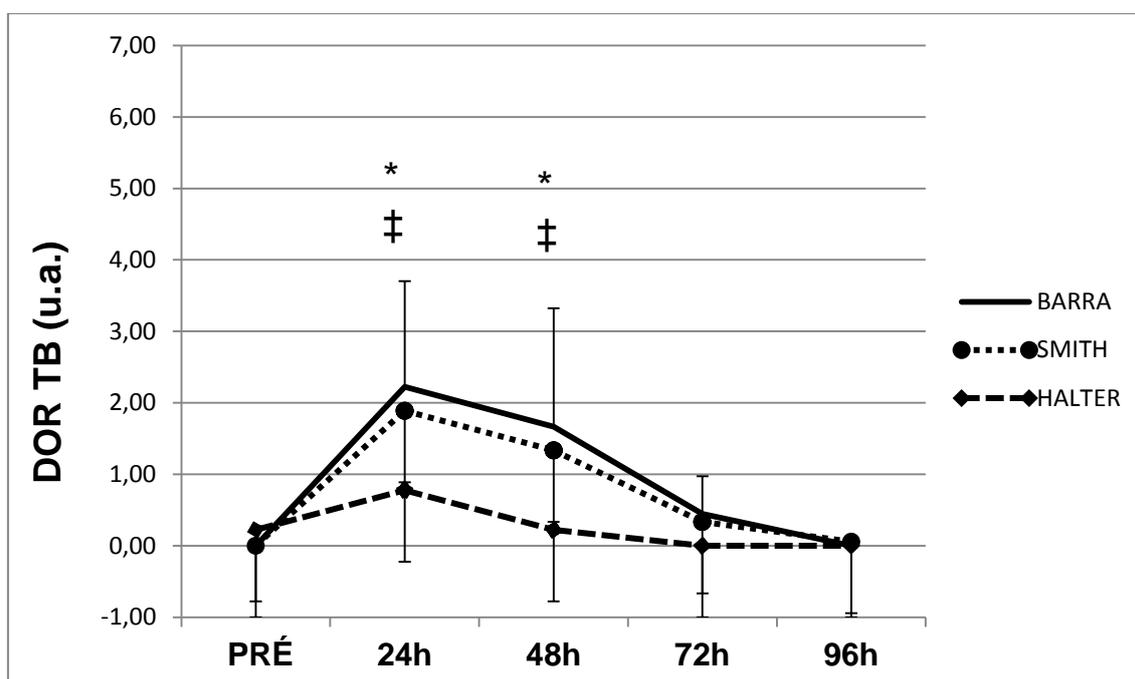


Figura 16. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do TB nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. * $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ, apenas para para os grupos BARRA e SMITH; ‡ $p < 0,05$ diferença significativa entre BARRA vs. HALTER.

Tabela 8. Dor muscular tardia, unidade arbitrária (u. a.), avaliada por meio de palpação do TB nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP.

GRUPO	DOR TB (u.a.)				
	PRÉ	24h	48h	72h	96h
BARRA	0	2,22 \pm 1,48*‡	1,67 \pm 1,66*‡	0,44 \pm 0,53	0
SMITH	0	1,89 \pm 1,96*	1,33 \pm 1,87*	0,33 \pm 1,00	0,06 \pm 0,17
HALTER	0	0,78 \pm 1,09	0,22 \pm 0,67	0	0

* $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ;

‡ $p < 0,05$ diferença significativa entre BARRA vs. HALTER.

4.8 Espessura muscular

Os resultados da avaliação do edema muscular no PM não mostraram aumento significativo na espessura muscular (EM), sem diferença entre grupos. Foi observado apenas um aumento significativo da EM do PM 10 min após a sessão de treino, no momento pós, como ilustrado na figura 16 e tabela 9. O ICC para as medidas da EM do PM foi de 0,96.

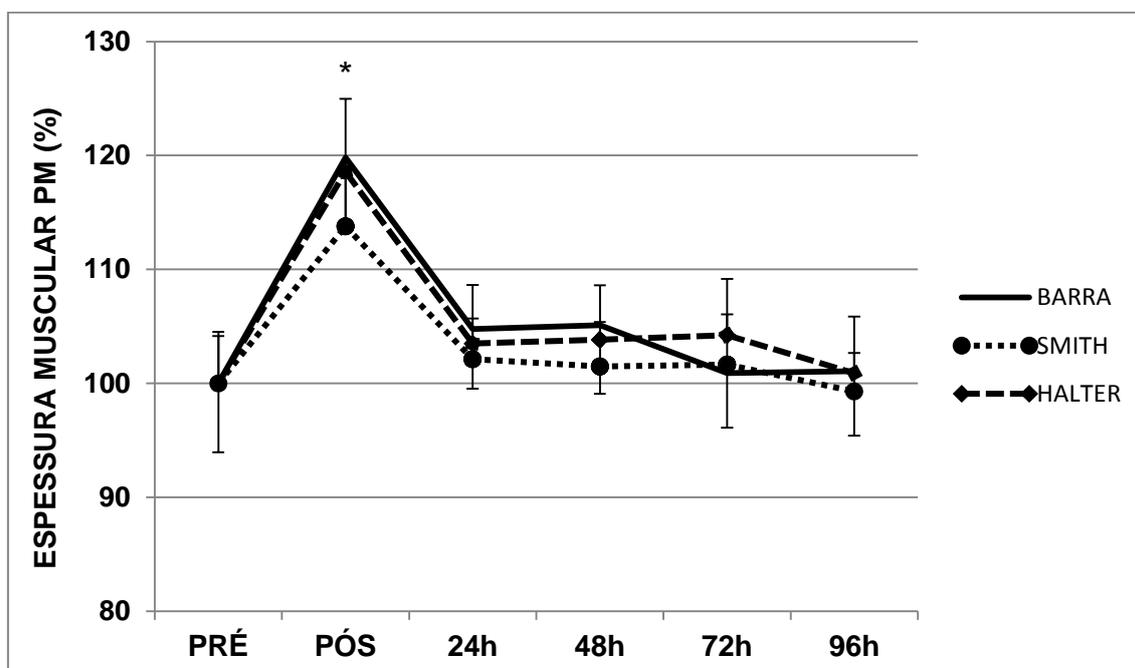


Figura 17. Mudanças na EM do PM de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. * $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ;

Tabela 9. Mudanças na EM do PM de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP.

EM PEITORAL MAIOR (mm)						
GRUPO	PRÉ	PÓS	24h	48h	72h	96h
BARRA	24,41 \pm 6,07	29,25* \pm 5,73	25,58 \pm 5,25	25,66 \pm 6,00	24,63 \pm 4,77	24,67 \pm 5,65
SMITH	25,47 \pm 4,14	28,98* \pm 4,96	26,01 \pm 3,55	25,85 \pm 3,90	25,88 \pm 4,41	25,29 \pm 3,38
HALTER	25,51 \pm 4,51	30,24* \pm 6,40	26,40 \pm 5,13	26,48 \pm 4,77	26,59 \pm 4,94	25,73 \pm 4,96

* $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ;

O mesmo comportamento para o edema muscular no PM também foi observado para o TB. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos e a EM aumentou apenas no momento PÓS. O ICC calculado para essas medidas foi de 0,93.

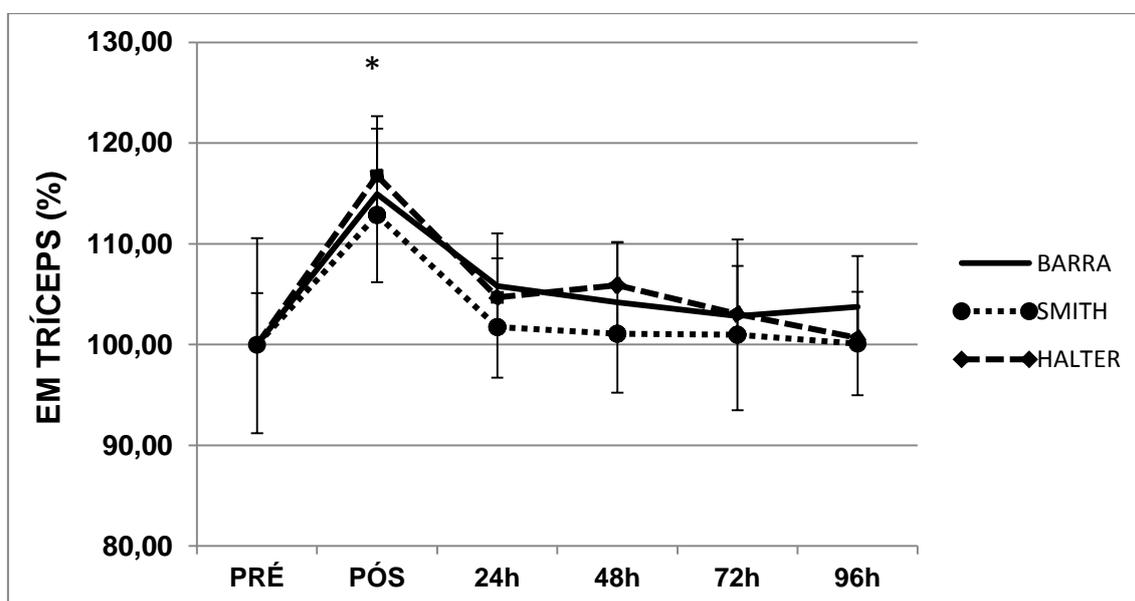


Figura 18. Mudanças na EM do TB de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. * $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ;

Tabela 10. Mudanças na EM do TB de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP.

EM TRÍCEPS BRAQUIAL (mm)						
GRUPO	PRÉ	PÓS	24h	48h	72h	96h
BARRA	44,24 \pm 8,80	50,84* \pm 8,75	46,80 \pm 9,10	46,09 \pm 8,96	45,48 \pm 9,32	45,89 \pm 8,77
SMITH	44,03 \pm 10,53	49,70* \pm 8,56	44,80 \pm 9,30	44,50 \pm 9,05	44,46 \pm 9,46	44,08 \pm 8,67
HALTER	37,18 \pm 5,13	43,42* \pm 5,87	38,92 \pm 3,90	39,37 \pm 4,27	38,31 \pm 4,74	37,43 \pm 4,56

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ;

4.9 Echo intensity

Os dados de EI do TB não foram apresentados devido a dificuldades na análise, pois não foi possível avaliar a mesma área de interesse nas imagens devido as diferenças interindividuais com relação às fâscias das cabeças do TB. A figura 18 representa o comportamento da EI nos dias subsequentes ao treino. A única diferença encontrada foi com 72h, onde o grupo BARRA teve um aumento da EI maior do que os valores pré e superior aos outros grupos.

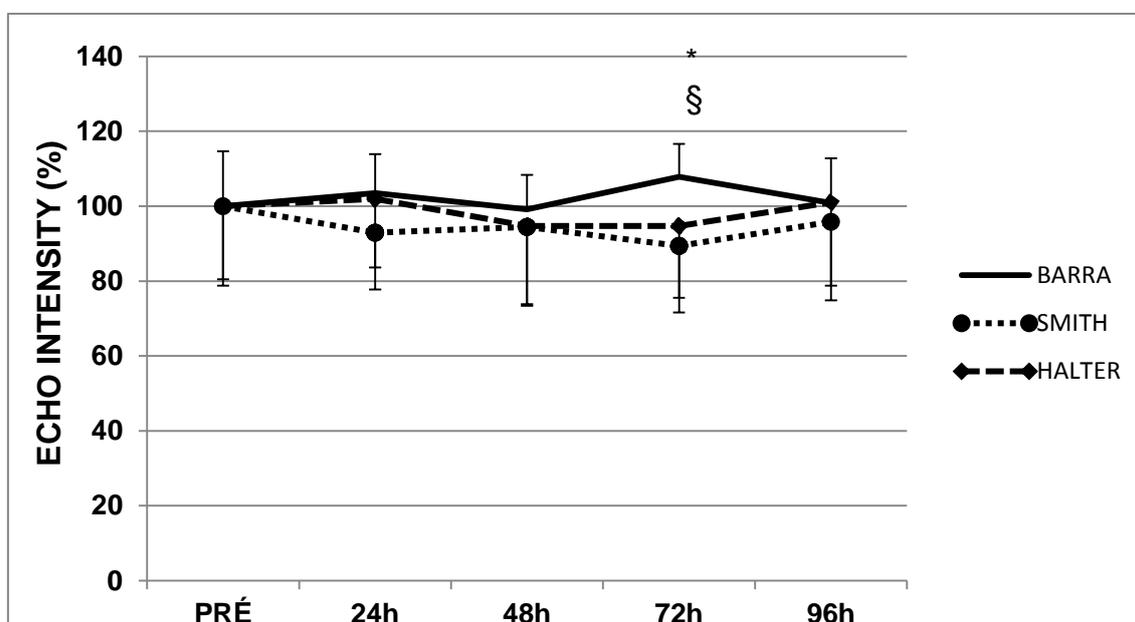


Figura 19. Mudanças na EI do PM de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. * $p < 0,05$ aumento em relação a PRÉ (apenas para o grupo BARRA); § $p < 0,05$ diferença na comparação entre BARRA vs SMITH e HALTER.

4.10 Prontidão para treinar

Nos grupos SMITH e HALTER a prontidão para treinar caiu de forma significativa em 24h e 48h após a realização da sessão de treino ($p < 0,05$, em relação ao momento PRÉ). Porém, o grupo BARRA a prontidão para treinar se mostrou deprimida por até 72h após a realização do exercício ($p < 0,05$, em relação ao momento PRÉ), se recuperando aos valores basais somente após 96h. Foram encontradas diferenças entre os grupos BARRA e HALTER apenas nos momentos 24h e 72h. Abaixo estão representados, na figura 19 e na tabela 11, os dados da recuperação da prontidão para treinar durante os dias subsequentes ao treino.

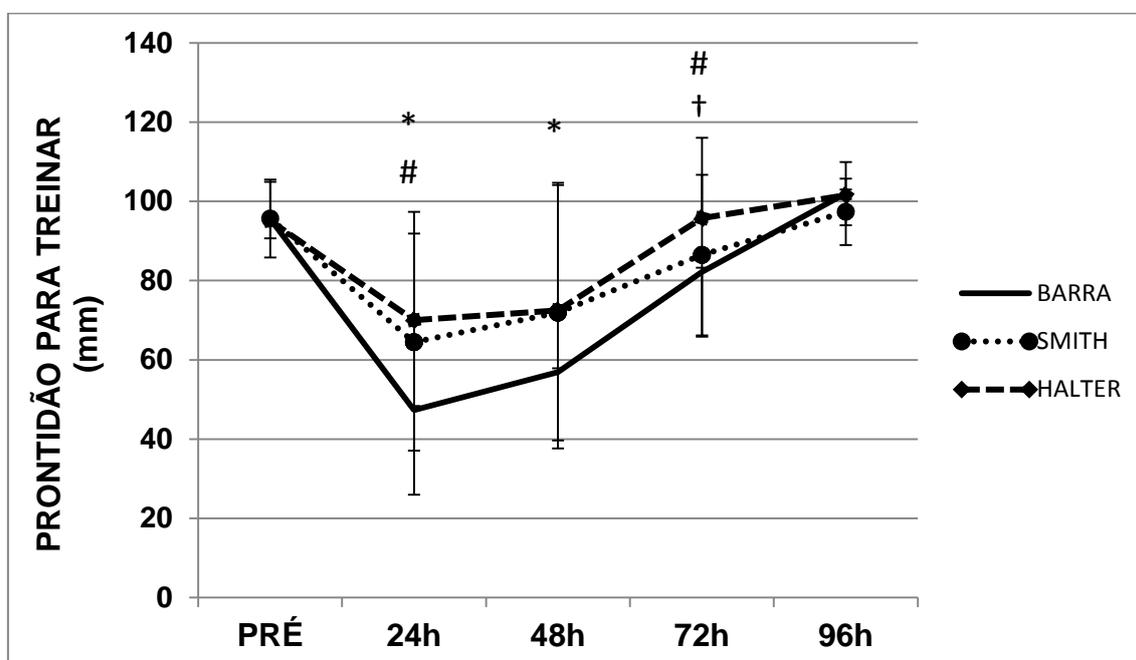


Figura 20. Escores de prontidão para treinar de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino. Os dados estão expressos em média \pm DP. * $p < 0,05$ queda em relação a PRÉ (para todos os grupos); # $p < 0,05$ diferença na comparação entre BARRA vs. HALTER; † $p < 0,05$ queda em relação ao PRÉ (apenas para BARRA).

Tabela 11. Escores de prontidão para treinar de todos os grupos, nos dias de recuperação do treino Os dados estão expressos em média \pm DP.

PRONTIDÃO PARA TREINAR (mm)					
GRUPO	PRÉ	24h	48h	72h	96h
BARRA	95,56 \pm 4,85	47,33* \pm 21,35	56,89* \pm 19,23	82,22* \pm 16,37	102,00 \pm 8,06
SMITH	95,67 \pm 9,82	64,44* \pm 27,39	71,89* \pm 32,22	86,44 \pm 20,26	97,33 \pm 8,40
HALTER	95,11 \pm 7,27	70,00* # \pm 23,77	72,44* \pm 21,88	95,78# \pm 5,29	101,56 \pm 4,64

* $p < 0,05$ em relação a PRÉ;

$p < 0,05$, na comparação com o grupo BARRA.

5. DISCUSSÃO

O principal objetivo da pesquisa foi comparar os efeitos de três diferentes exercícios de membros superiores no DMIE nos adutores horizontais do ombro e nos extensores de cotovelo gerado por uma sessão de TF entre PL e MG. Comparando os resultados entre os grupos foi verificado que existem algumas diferenças entre os diferentes modelos de exercício estudados. Mais interessante ainda os resultados indicaram que o supino realizado com a barra livre gerou maior DMIE nos extensores de cotovelo, e maior queda na prontidão para treinar quando comparado com o supino realizado com halteres, apesar de ambos serem exercícios executados com PL para o mesmo grupamento muscular.

Ao comparar a carga levantada pelos grupos, foi observado que o grupo BARRA levantou a maior carga no teste de 10RM e, conseqüentemente, realizou o treino com uma maior carga absoluta quando comparado com o grupo HALTER (~15%) e quando comparado ao grupo SMITH (~3%). O presente estudo corrobora os achados de Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011) e Tillar e Fimland (2012). Nesses dois estudos os resultados mostraram que a carga levantada no exercício de supino com a barra livre foi, aproximadamente, 17% maior do que no exercício de supino com halteres. Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011) e Tillar e Fimland (2012) também relataram que a carga levantada no supino com a barra livre foi 3% maior comparada com a carga levantada no supino no aparelho Smith.

Outros autores também investigaram os efeitos do supino realizado no Smith e na barra livre na produção de força (Cotterman, Darby e Skelly, 2005) e reportaram resultados similares aos apresentados acima. Esses autores observaram uma maior carga levantada no supino com a barra livre em comparação com o supino guiado no Smith no teste de 1RM.

No entanto, Cotterman, Darby e Skelly (2005) e Schwanbeck, Chilibebeck e Binsted (2009) reportaram que o agachamento realizado com a barra livre produz uma menor força do que o agachamento realizado no Smith de forma guiada. A explicação reportada por esses autores para a menor produção de força observada no exercício com PL quando comparado com MG

repousa no fato de que quanto maior instabilidade do exercício menor a carga levantada. No entanto, essa explicação não foi corroborada no presente estudo na comparação entre o supino realizado com a barra livre e o supino realizado no Smith. Essa diferença pode ser devido ao fato de que praticantes de TF tem uma preferência maior por treinar membros superiores com a barra livre e membros inferiores na MG.

Em seu estudo, Cotterman, Darby e Skelly (2005) reportaram que uma parcela significativa de sua amostra (72%), nunca tinha usado o aparelho Smith para realizar exercícios de supino, ao passo que 97% dos indivíduos já haviam realizado o supino com a barra livre. Por outro lado, nesse mesmo estudo foi relatado que 37% da amostra utilizavam o equipamento Smith para realizar o agachamento. Logo, eles concluíram que o fato da carga levantada no supino com a barra livre ser maior do que no Smith, pode ser explicado pela especificidade do treinamento.

Apesar da carga correspondente a 10 RM ter se mostrado maior no grupo BARRA, em comparação com o grupo HALTER, não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos para o volume de treino (Figura 4 e Tabela 2). Na comparação do volume de treino temos uma diferença de ~16% (BARRA x HALTER), ~15% (SMITH x HALTER) e ~1% (BARRA x SMITH). Ao observarmos o desempenho, do número de repetições, durante a sessão de treino (figura 5), não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos. O fato de que cada exercício foi realizado com a mesma intensidade relativa (90% de 10RM) pode explicar o comportamento idêntico na queda do número de repetições, independente do grupo.

A avaliação da função muscular há muito tempo vem se mostrando um método simples e confiável na avaliação da magnitude do DMIE (Clarkson e Hubal, 2002; Clarkson, Nosaka e Braun, 1992). Na avaliação do PT a 60°/s dos adutores horizontais do ombro, não foram encontradas diferenças entre os grupos em nenhum momento após a sessão de treino (i.e. 24 h a 96 h). O PT só retornou aos valores basais 72 h após a realização do exercício. A queda no PT com 10 minutos após o exercício foi em média de 16,27% (BARRA), 17,10% (SMITH) e 16,89% (HALTER).

Segundo a classificação proposta por Paulsen *et al.* (2012) em uma extensa revisão, a queda na produção de força máxima logo após o exercício de até 20% e com recuperação total dos valores basais acontecendo dentro de aproximadamente 48 h, o DMIE pode ser considerado leve. Um DMIE leve é geralmente observado em indivíduos treinados que realizaram uma sessão de TF tradicional (realizando ações concêntricas e excêntricas) ou em indivíduos considerados *low-responders* ao DMIE (Paulsen *et al.*, 2012; Clarkson, Nosaka e Braun, 1992).

Em comparação com outros estudos que também avaliaram os efeitos do TF no DMIE nos membros superiores, em indivíduos treinados (i. e. com experiência em TF), os efeitos deletérios observados no presente estudo foram semelhantes. Com o objetivo de avaliar os efeitos do TF no DMIE em homens adultos jovens com experiência em TF ($4,5 \pm 0,8$ anos), Meneghel *et al.* (2014) conduziram o seguinte experimento. Os voluntários da amostra realizaram uma sessão de treino no supino com a barra livre com 4 séries de 8 repetições (somente ações excêntricas) com 70% da carga de 1 RM excêntrica, com 2 minutos de intervalo entre as séries. O DMIE foi avaliado por até 96 h após o exercício. Os autores reportaram uma queda de aproximadamente 10% na produção de força máxima no supino, nos momentos imediatamente após o exercício e com 24 h de recuperação. No entanto, nesse estudo a avaliação da produção de força foi realizada por meio do teste de 1 RM concêntrico no supino com a barra livre.

O estudo de Newton *et al.* (2008) comparou o DMIE após a realização de uma sessão de treino excêntrico dos flexores de cotovelo em indivíduos treinados *versus* destreinados. Os sujeitos da amostra realizaram uma sessão de treinamento excêntrico máximo composto por 10 séries de 6 repetições a $90^\circ/s$ no dinamômetro isocinético. Os resultados dessa pesquisa demonstraram que indivíduos destreinados tiveram uma queda no PT isométrico de 47% logo após o exercício, ao passo que, os sujeitos treinados sofreram um decréscimo de 25%. Todavia, o grupo de indivíduos treinados recuperou o PT isométrico máximo com 72 h após o exercício, enquanto que no grupo destreinado o PT isométrico não retornou aos valores basais após 120 h. No estudo de Newton

et al. (2008), também foi avaliado a produção de força isocinética máxima em diferentes velocidades nas 120 h de recuperação.

Para o grupo de indivíduos treinados a queda no PT isocinético não diferiu entre as velocidades (em relação aos valores basais), foram observadas diferenças significantes apenas na comparação com o grupo destreinado. Foi relatado uma diminuição no PT isocinético de ~20% a 30°/s, logo após o exercício. Entretanto, nesse estudo os sujeitos treinados recuperaram o PT isocinético com 48 h de recuperação. Esses valores dos testes isocinéticos ficaram mais próximos aos encontrados no presente estudo se comparados com os resultados do teste que avaliou o PT isométrico. Para além da análise da função muscular nota-se que a recuperação de outros marcadores indiretos de DM avaliados no presente estudo foram similares aos resultados por Newton *et al.* (2008). Por exemplo, o pico de dor no estudo de Newton *et al.* (2008), ficou próximo de 40mm (numa escala que variava de 0 a 100) e os resultados do presente estudo indicaram um pico de aproximadamente 4 numa escala de 0 a 10 para o peitoral maior (PM).

Os achados de Chen, Nosaka e Sacco (2007) ajudam a explicar a diferença de recuperação no PT isométrico e do PT isocinético. Eles tiveram como objetivo mensurar mudanças no ângulo de PT isométrico após uma sessão de treino que gerou DMIE. Eles avaliaram 52 homens adultos jovens destreinados que exercitaram os flexores de cotovelo, somente com ações excêntricas. Foi verificado que houve um aumento no ângulo de PT isométrico de até 18° nos dias após a realização do treino. Essa mudança pode ser explicada por dois fatores: 1) durante os primeiros dias de recuperação do treino ocorre um aumento da tensão passiva dos músculos aumentando o torque produzido em ângulos maiores (Proske e Morgan, 2001); 2) nos demais dias de recuperação esse aumento poderia ser atribuído ao aumento do número de sarcômeros em série (Proske e Morgan, 2001). Conseqüentemente, avaliar o torque máximo através de uma ação dinâmica, como realizado no presente estudo, parece ser a melhor alternativa, tendo em vista essa mudança no ângulo de PT.

Para além do PT, outra importante variável que reflete a função muscular é a capacidade de realizar trabalho. O TT está intimamente ligado ao VT de treino e está diretamente relacionado às adaptações geradas pelo TF. A importância do VT e TT nas adaptações induzidas pelo TF, bem como da relação volume-intensidade, foram descritas por diversos autores (Craig e Kang, 1994; Crewther, Cronin e Keogh, 2008; Kraemer e Ratamess, 2005; Naclerio *et al.*, 2013; Robbins, Marshall e McEwen, 2012; Werborn, Augustsson e Thomeé, 2007). Os dados de TT não mostraram diferenças significativas entre os grupos. O TT dos adutores horizontais do ombro não retornou aos valores PRÉ mesmo depois de 96 h (figura 7 e tabela 4). Essa diminuição na capacidade de produzir trabalho, observada durante a recuperação do DMIE, também foi evidenciada por outros pesquisadores (Chen, 2003; Chen e Hsieh, 2000 e Chen e Hsieh, 2001).

Os trabalhos de Chen e Hsieh (2000) e Chen e Hsieh (2001) mostraram que após um treino excêntrico a produção de TT ficou prejudicada por até 6 e 7 dias, respectivamente. No estudo de Chen e Hsieh (2000) eles viram que a maior queda no TT, observada com 72h, coincidiu com o pico de dor. Assim, eles concluíram que a percepção de dor poderia influenciar a produção de TT. Contudo, o TT ficou deprimido por até 6 dias, e a percepção de dor desapareceu no quinto dia. Da mesma forma que o TT, o PT também só retornou as valores basais após 6 dias. Por conseguinte, o simples fato do PT não ter se recuperado pode justificar a queda no TT. Esse fato vai de encontro com os resultados do presente estudo, pois o PT teve uma recuperação mais rápida do que o TT. As diferenças entre os protocolos utilizados e a população estudada podem explicar essas divergências. Nos trabalhos de Chen e Hsieh (2000) e Chen e Hsieh (2001) a amostra foi de indivíduos destreinados e que realizaram um treino excêntrico, ao passo que, a nossa amostra foi composta por sujeitos treinados e que realizaram um treino tradicional (ações excêntricas e concêntricas).

O estudo de Chen (2003) se propôs a investigar os mecanismos por trás da recuperação da função muscular (PT e TT) através de análise eletromiográfica (EMG), também em indivíduos destreinados. Eles mensuraram a atividade eletromiográfica integrada (iEMG) e a potência de frequência média

(PFM). Eles relataram que, para além da alteração significativa de outros marcadores de DMIE (circunferência de braço, percepção de dor, amplitude de movimento e produção de força máxima), houve diminuição de 30% na iEMG e de 20% na PFM, na comparação entre a primeira sessão e a realizada 3 dias após. Esses resultados sugerem que no terceiro dia de recuperação menos fibras foram recrutadas (queda na iEMG) especialmente as fibras tipo II, já que a PFM também caiu. Uma queda na PFM insinua que menos fibras de contração rápida estão sendo ativadas (McHugh *et al.*, 2000). Sabe-se que as fibras tipo II são mais susceptíveis ao DM (Macaluso, Isaacs e Myburgh, 2012). Logo, a diminuição da PFM pode ser traduzida como um efeito protetor, onde as fibras tipo II, mais rompidas, não são recrutadas e assim menos TT será realizado. Porém, como no presente estudo não foram coletados dados de EMG não se pode inferir que tais adaptações neuromusculares ocorrem na população estudada.

É possível ainda que essa queda na capacidade de produzir TT possa estar ligada à diminuição dos estoques de glicogênio (Asp *et al.*, 1998 e Nielsen *et al.*, 2015). Em seu trabalho Asp *et al.* (1998) observaram que após a realização de uma sessão de treino excêntrico a capacidade de produzir trabalho em ações concêntricas caiu aproximadamente 23% por até 48 h. A queda nos estoques de glicogênio, predominantemente nas fibras tipo II (~22%, comparado com a perna controle), pode explicar a diminuição na produção de TT. As diferenças na recuperação do TT, em comparação com o nosso estudo, podem ser explicadas pelos diferentes protocolos de estudos. No estudo de Asp *et al.* (1998) foram avaliados indivíduos sem experiência em TF e o protocolo de exercício foi realizado com contrações excêntricas em cicloergômetro (4 séries de 5 min, com 2 min de intervalo entre as séries).

As diminuições nas reservas de glicogênio (nos dias de recuperação do DMIE) podem estar relacionadas com a diminuição da atividade da enzima glicogênio sintase e da sensibilidade à insulina (Asp, Daugaard e Richter, 1995; Asp *et al.*, 1996 e Tee, Bosch e Lambert, 2007). A diminuição na sensibilidade à insulina é atribuída a diminuição das concentrações de GLUT4 nas fibras musculares, ou ainda, a alterações nas moléculas que sinalizam a translocação do GLUT4 para a membrana da célula (Asp, Daugaard e Richter, 1995; Asp *et*

al., 1996 e Tee, Bosch e Lambert, 2007). A ruptura na membrana das fibras musculares prejudicaria a translocação do GLUT4 e, conseqüentemente, essas alterações podem diminuir a captação de glicose para o citoplasma (Asp, Daugaard e Richter, 1995 e Asp, Rohde e Richter, 2007).

Alguns pesquisadores propuseram que a liberação de citocinas inflamatórias, que são liberadas no quadro de DMIE (Coffey e Hawley, 2007 e Paulsen *et al.* 2012), especialmente o TNF- α , também são responsáveis pela diminuição da sensibilidade à insulina (Tee, Bosch e Lambert, 2007). Alguns estudos relataram que a liberação de TNF- α prejudica a fosforilação do IRS-1 e da PI-3 quinase (Tee, Bosch e Lambert, 2007). A fosforilação dessas moléculas ocorre após o acoplamento da insulina a membrana da célula e elas são responsáveis por sinalizar a translocação do GLUT-4 para a membrana celular. Alterações metabólicas também podem atuar negativamente na recomposição do glicogênio muscular. A quebra na homeostase nos íons de Ca^{2+} faz com que haja aumento na glicogenólise e, por conseguinte, aumento na produção de lactato, diminuindo assim a produção de TT (Asp *et al.*, 1996; Asp *et al.*, 1998; Hughes *et al.*, 2013). Assim, sugere-se que futuros estudos avaliem os mecanismos relacionados aos efeitos do DMIE na queda do TT.

Analisando os dados da função muscular dos extensores do cotovelo os resultados foram diferentes quando comparados com os adutores horizontais do ombro. Assim como para a adução horizontal de ombro, não foram encontradas diferenças entre grupos para o PT e o TT. Porém, a recuperação da função muscular avaliada tanto pelo PT quanto pelo TT aconteceu com 24 h, enquanto que para os adutores horizontais do ombro a recuperação dos valores basais aconteceu 72 h após a intervenção (ver figura 9 e tabela 6). Nessa perspectiva, o estudo de Soares *et al.* (2015) teve como objetivo avaliar os efeitos de dois exercícios (i. e. composto vs isolado) no DMIE nos flexores de cotovelo. Um membro realizou o exercício de remada supinada unilateral, enquanto que o membro contralateral realizou o exercício de flexão de cotovelo no banco Scott. O protocolo experimental consistia em realizar 8 séries de 10 RM com ambos os braços. A população estudada foi a mesma do presente estudo. Do mesmo modo que no presente estudo eles descreveram que no membro que realizou o exercício composto (i. e. remada) os flexores de

cotovelo recuperaram o PT com 24 h. Enquanto que, a mesma musculatura recuperou o PT apenas com 48 h, quando exercitada com o exercício isolado. Somado a perda na função muscular, há que se destacar a diferença significativa na percepção de dor entre os membros exercitados. Foi relatada maior percepção de dor para o braço que executou o exercício isolado (por até 72 h). Mas, em contrapartida, o membro contralateral (exercício composto) ficou dolorido até 48 h.

Tendo em vista que Soares *et al.* (2015) utilizou praticamente a mesma intervenção do presente estudo e que a população estudada foi a mesma é possível fazer algumas inferências. No presente estudo os extensores de cotovelo recuperaram a função muscular (i. e. PT e TT) 24 h após a realização da intervenção. Nesse sentido, nossos resultados de certa forma corroboram os achados de Soares *et al.* (2015). Assim, é provável que a realização de um exercício isolado gere maior DMIE na musculatura do braço comparado com exercício composto. Entretanto, no presente estudo não foram avaliados os efeitos do exercício isolado no DMIE nos extensores do cotovelo. Se essas diferenças na magnitude do DMIE irão se traduzir em maiores adaptações crônicas não se sabe ainda. Além disso, tem que ser levado em consideração que diferentes grupos musculares foram testados, e por isso é aconselhado cautela na interpretação desses resultados. Isso porque ainda há divergências na literatura quanto à susceptibilidade ao DMIE em diferentes grupos musculares (Chen *et al.*, 2010; Machado *et al.*, 2013).

Os resultados do presente estudo acerca da avaliação da percepção de dor no peitoral maior (PM) foram semelhantes aos de outros estudos (Meneghel *et al.*, 2014; Uchida *et al.*, 2009). Porém, ao analisar as diferenças na percepção de dor muscular tardia no tríceps braquial (TB), entre os três modelos de exercício, nos deparamos com resultados interessantes. Embora não tenham sido observadas diferenças significantes entre os grupos para as avaliações de dor no PM (figura 10 e tabela 7), foram notadas diferenças entre os grupos para a dor no TB (figura 11 e tabela 8). Os dados mostraram que todos os grupos ficaram com o PM dolorido por até 72 h após o treino. Por outro lado, nas avaliações do TB, os grupos BARRA e SMITH relataram dor por até 48 h. O fato de que os valores de dor para o TB retornaram aos valores

basais mais rápido do que o PM, confirmam os achados de Soares *et al.* (2015). Mas o mais interessante é que o grupo HALTER não ficou com o TB dolorido em nenhum momento.

A explicação mais plausível para essa diferença apresentada pelo grupo HALTER pode estar relacionada com as diferenças na atividade EMG observada entre esses diferentes modos de exercício. Os trabalhos de Tillaar e Saeterbakken (2012) e Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011) fornecem algumas evidência para tal afirmação. Esses estudos reportaram uma queda na ativação neuromuscular do TB durante a realização do supino com halteres em comparação com a ativação desse mesmo músculo durante o exercício realizado com a barra livre ou com o Smith. Essa diminuição da ativação neuromuscular no TB, no supino com halteres, foi atribuída ao aumento na ativação do bíceps braquial (BB), fato observado pelo citado estudo. O aumento na ativação da musculatura antagonista pode causar uma inibição recíproca sobre os músculos agonistas (Folland e Williams, 2007 e Gabriel, Kamen e Frost, 2006). Esse aumento da atividade neuromuscular dos músculos antagonistas é, segundo Tillaar e Saeterbakken (2012) e Saeterbakken, Tillaar e Fimland (2011), devido ao aumento da instabilidade articular durante a execução do supino com halteres. Especula-se que o BB atue na estabilização da cavidade glenóide, assim como na estabilização dos halteres sobre a articulação do cotovelo durante a execução do movimento. A maior instabilidade e a diminuição da ativação do TB pode justificar a menor carga levantada no supino com halter em relação aos demais modelos de exercício.

No que concerne à avaliação da espessura muscular (EM) mensurada através da ultrassonografia os resultados foram semelhantes para PM e TB (figuras 12 e 13; tabelas 9 e 10). Não foram identificadas diferenças entre grupos para nenhum dos músculos avaliados. Foram observados aumentos significantes somente no momento PÓS, tanto para PM quanto para TB. Esse aumento na EM logo após o exercício é consequência da hiperemia ativa (Radaelli *et al.*, 2012). Contrariamente, a maioria dos estudos relataram aumentos na EM, após uma sessão de TF que gerou DMIE (Flores *et al.*, 2011, Radaelli *et al.*, 2012). Porém, esses estudos utilizaram uma amostra de sujeitos

destreinados. É possível que indivíduos treinados não demonstrem aumentos significativos no edema gerado pelo processo inflamatório ao realizar um treinamento tradicional (i. e. ações excêntricas e concêntricas). No presente estudo o DMIE foi leve e talvez por esse motivo não foram encontrados aumentos significantes na EM. O aumento na EM nos dias que seguem uma sessão de treino pode ter relação com um aumento na síntese dos tecidos conectivos do músculo, que também foram danificados (Clarkson, Nosaka e Braun, 1992). Talvez o protocolo utilizado no presente estudo não tenha sido capaz de causar dano nos tecidos conjuntivos na amostra estudada.

Nas análises da *echo intensity* (EI) foram encontrados aumentos significativos apenas no grupo BARRA e somente com 72 h de recuperação. Os mecanismos por trás do aumento na EI na recuperação do DMIE ainda não estão esclarecidos (Fujikake, Hart e Nosaka, 2009; Radaelli *et al.*, 2012). Provavelmente pelo fato de a amostra ter apresentado um DMIE leve não foram identificados aumentos na EI. Isso porque a maioria dos estudos que avaliaram a EI utilizaram amostras destreinadas e protocolos excêntricos que causaram DMIE mais severo em comparação com o dano induzido no presente estudo (Chen *et al.*, 2011; Gonzalez-Izal, Cadore e Izquierdo, 2014). O trabalho de Gonzalez-Izal, Cadore e Izquierdo (2014) relatou aumento na EI 48 h após a realização de um treino isocinético excêntrico recíproco de extensão/flexão unilateral de joelho (4 séries de 20 RM, com 2' de intervalo entre séries). Porém, no membro contralateral, que realizou um treino concêntrico, não foi observado aumento na EI com 48h de recuperação. Somados aos nossos resultados esses dados sugerem que protocolos concêntricos não causam aumentos significativos na EI.

A prontidão para treinar apresentou diferenças entre os grupos (figura.15 e tabela 12). O grupo BARRA recuperou sua prontidão para treinar apenas com 96 h enquanto que, os demais grupos recuperaram com 72 h. O grupo BARRA também apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em 24 e 72 h na comparação com o HALTER. Provavelmente, os menores valores de prontidão para treinar apresentados pelo grupo BARRA durante a recuperação, podem ser devido a maior carga absoluta levantada. Para uma mesma intensidade relativa a carga absoluta talvez influencie não só o DMIE (Chen, Nosaka e

Sacco, 2007; Nosaka e Newton, 2002, Paschalis *et al.*, 2005), mas também o estresse fisiológico induzido pelo exercício e, conseqüentemente, influencia a prontidão para treinar. O estresse fisiológico causado por uma sessão de exercícios pode ser avaliado pela percepção subjetiva de esforço da sessão (PES). A PES é um método validado que tem se mostrado bastante eficaz para mensurar a carga interna de treinamento e a intensidade do exercício assim como o estresse fisiológico da sessão de treino (Day *et al.*, 2004; Desgorces *et al.*, 2007 e Sweet *et al.*, 2004). A PES está positivamente correlacionada com aumentos na concentração de cortisol, GH e produção de lactato (Charro *et al.*, 2010; Desgorces *et al.*, 2007 e McGuigan, Egan e Foster, 2004). Apesar de a PSE ser um bom método para mensurar a carga interna de treino essa variável não foi mensurada no presente estudo. Mais estudos no futuro podem investigar se as diferenças na carga interna de treino, medida pela PSE, influenciam a recuperação da prontidão para treinar.

No estudo de Sikorsky *et al.* (2013) foi encontrada uma correlação moderada e significativa entre marcadores de DMIE (CK, dor) e a prontidão pra treinar. No presente estudo a prontidão para treinar recuperou da mesma forma que o PT para os grupos SMITH e HALTER. Já para o grupo BARRA a prontidão para treinar demorou mais tempo para recuperar. Isso pode ser reflexo da maior carga absoluta levantada no supino com a barra livre. Os nossos resultados corroboram os de Ahtiainen *et al.* (2011). Nesse trabalho os autores relataram que a sua amostra, de sujeitos treinados, recuperou a prontidão para treinar aos valores basais com 96 h de recuperação. Nesse estudo, porém, a amostra realizou um treino de 5 séries de 10 RM no *leg press* e 4 séries de 10 RM de agachamento. Um resultado interessante desse estudo foi que a amostra recuperou sua prontidão para treinar acima dos valores basais apenas 6 dias após o treino. Com isso os pesquisadores concluíram que os indivíduos só estariam prontos para treinar após 6 dias de recuperação. Os mecanismos fisiológicos que atuam enquanto a prontidão para treinar fica deprimida ainda estão para ser elucidados. Assim, futuros estudos precisam investigar melhor os efeitos de diferentes modelos de exercício na prontidão para treinar e na carga interna de treinamento.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo mostraram que indivíduos treinados apresentam um quadro de DMIE leve após a realização de uma sessão de TF tradicional. Esse foi o primeiro estudo que comparou as diferenças entre o DMIE nos membros superiores entre diferentes modelos de exercícios. Os dados mostraram que existem algumas diferenças entre os modelos de exercícios avaliados. O TB se recuperou mais rápido do que o PM, independente do modelo de exercício (PL ou MG). Os resultados indicaram que o TB e o PM sofrem um nível de tensão diferente, já que o DMIE teve magnitude diferente entre essas musculaturas. O presente estudo também foi o primeiro que avaliou de forma separada duas das principais musculaturas utilizadas no exercício supino. Outro resultado importante foi que o exercício de supino com halteres não gerou a mesma magnitude de DMIE no TB em comparação com os demais modelos de exercícios. Possivelmente, essas diferenças estão ligadas a diferenças na carga absoluta de treino e na ativação neuromuscular. Entretanto, mais estudos devem ser feitos com o objetivo de elucidar os mecanismos neuromusculares por trás dessas diferenças.

Ficou claro que os diferentes marcadores indiretos de DMIE retornam aos valores basais em tempos diferentes. Poucos estudos avaliaram a produção de TT nos dias de recuperação do DMIE. Como a produção de TT do PM levou mais tempo para retornar aos valores basais do que os demais marcadores de DMIE, esse dado pode ajudar a estabelecer a melhor periodização e frequência do treinamento para essa população. Porém, não ficaram claros quais mecanismos fisiológicos atuam na demora da recuperação do TT. É provável que esse efeito seja causado pela demora na recuperação dos estoques de glicogênio muscular. Mais estudos devem ser realizados, para esclarecer esses mecanismos. A maior queda na prontidão para treinar foi observada no grupo que realizou o exercício de supino com a barra livre. Talvez, a maior queda na prontidão para treinar reportada para o grupo BARRA, seja consequência da maior carga absoluta de treino e provavelmente da maior carga interna de treino. Contudo, mais estudos devem ser conduzidos com o objetivo de verificar se há relação entre a recuperação da prontidão para treinar e outros parâmetros ligados à carga interna de treino. Os dados

relacionados à prontidão para treinar revelaram que essa escala também pode ser utilizada como parâmetro para mensurar os efeitos de uma sessão de TF na magnitude do DMIE e na recuperação do indivíduo. Por ser de fácil aplicação a utilização da escala de prontidão para treinar pode ajudar a monitorar a recuperação do indivíduo entre as sessões de treinamento.

Tendo em vista que a recuperação total das valências físicas do indivíduo é essencial para garantir o desempenho ótimo nos treinamentos os profissionais que prescrevem exercícios físicos podem lançar mão dos presentes resultados para tornar o treinamento mais efetivo. Mais ainda, esses profissionais devem estar atentos à recuperação total do indivíduo para prevenir a síndrome do *overtraining*. As principais limitações do estudo se encontram no baixo tamanho amostral e nas diferenças interindividuais entre os grupos. Logo, mais estudos devem ser realizados com amostras maiores ou com delineamentos cruzados para esclarecer melhor os resultados aqui apresentados. Estudos crônicos também seriam de grande valia para investigar se essas alterações agudas geram diferentes respostas de adaptação.

REFERÊNCIAS

ABOORDARDA S. J. *et al.* (2011) "Muscle strength and damage following two modes of variable resistance training" **Journal of Sports Science and Medicine** 10: 635-642.

AHTIAINEN J. P. *et al.* (2011). "Recovery After Heavy Resistance Exercise and Skeletal Muscle Androgen Receptor and Insulin-Like Growth Factor-I Isoform Expression in Strength Trained Men." **Journal of Strength and Conditioning Research** 25(3): 767-777.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 41 (3), 687–708, 2009.

ANDERSON K. e BEHM D. G. (2005) "Trunk Muscle Activity Increases With Unstable Squat Movements" **Canadian Journal of Applied Physiology** 30(1): 33-45.

ASP S. *et al.* (1996) "Eccentric exercise decreases maximal insulin action in humans: muscle and systemic effects" **Journal of Physiology** 494 (3): 891-898.

ASP S. *et al.* (1998) "Exercise metabolism in human skeletal muscle exposed to prior eccentric exercise" **Journal of Physiology** 509 (1): 305-313.

ASP S., DAUGAARD J. R. e RICHTER E. A. (1995) "Eccentric exercise decreases glucose transporter GLUT4 protein in human skeletal muscle" **Journal of Physiology** 482 (3): 705-712.

ASP S., ROHDE T. e RICHTER E. A. (2007) "Impaired muscle glycogen resynthesis after a marathon is not caused by decreased muscle GLUT-4 content" **Journal of Physiology** 509 (1): 305–13.

BAIRD M. F. *et al.* (2012) "Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery" **Journal of Nutrition and Metabolism**

BEHM D. G., ANDERSON K. e CURNEW R.S. (2002) "Muscle Force and Activation Under Stable and Unstable Conditions" **Journal of Strength and Conditioning Research** 16(3): 416-422.

BORG G. A. V. (1982) "Psychophysical bases of perceived exertion" **Medicine and Sciences in Sports and Exercises** 14(5): 377-381.

BOYER B. T. (1990) "A comparison of the effects of three strength training programs on women" **Journal of Applied Sports Science Research** 4(3): 88-94.

BROWN, L. "Treinamento de Força." Barueri, SP: Manole, 2008;

CARESIO C. *et al.* (2014) "Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors" **Clinical Physiology and Functional Imaging**.

CHARRO M. A. *et al.* (2010) "Hormonal, metabolic and perceptual responses to the different resistance training systems" **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness** 50: 229-234.

CHEN *et al.* (2010) "Potent Protective Effect Conferred by Four bouts of Low Intensity Eccentric Exercise." **Medicine and Science in Sports Exercise** 42(5): 1004- 1012.

CHEN T. (2003) "Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity" **European Journal of Applied Physiology** 89: 115-121.

CHEN T. C. e HSIEH S. S. (2000) "The effects of repeated maximal voluntary isokinetic eccentric exercise on recovery from muscle damage" **Research Quarterly for Exercise and Sports** 71 (3): 260-266.

CHEN T. C. e HSIEH S. S. (2001) "Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation" **Medicine & Science in Sports & Exercise** 33 (10): 1732-1738.

CHEN T. C., NOSAKA K. e SACCO P. (2007) "Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle, and the magnitude of repeated-bout effect" **Journal of Applied Physiology** 102: 992-999.

CHEN, T. C. *et al.* (2011) "Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles." **European Journal of Applied Physiology** 111: 211-223.

CLARK D. R., LAMBERT M. I. e HUNTER A. M. (2012) "Muscle activation in the loaded free barbell squat: a brief review" **Journal of Strength and Conditioning Research** 26(4): 1169–1178.

CLARKSON P. M., HUBAL M. J. (2002) "Exercise-induced muscle damage in humans." **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation** 81(Suppl):S52–S69.

CLARKSON P. M., NOSAKA K. e BRAUN B. (1992) "Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation" **Medicine and Science in Sports Exercise** 24 (5): 512-520.

COFFEY V. G. e HAWLEY J. A. (2007) "The Molecular Bases of Training Adaptation" **Sports Medicine** 37 (9): 737-763.

COTTERMAN M. L., DARBY L. A. e SKELLY W. A. (2005) "Comparison of muscle force production using the smith machine and free weights for bench press and squat exercises" **Journal of Strength and Conditioning Research** 19(1): 169-176.

CRAIG B. W. e KANG H (1994) "Growth hormone release following single versus multiple sets of back squats: total work versus power." **Journal of Strength and Conditioning Research** 8 (4): 270-275.

CREWETHER B. T., CRONIN J. e KEOGH J. W. L. (2008) "The contribution of volume, technique, and load to single-repetition and total-repetition kinematics and kinetics in response to three loading schemes" **Journal of Strength and Conditioning Research** 22(6): 1908–1915.

DESGORCES F. *et al.* (2007) "Methods to quantify intermittent exercises" **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**. 32: 762–769.

ENOKA R. M. (1996) "Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system" **Journal of Applied Physiology** 81: 2339-2346.

FALVO M. J. *et al.* (2007) "Efficacy of prior eccentric exercise in attenuating impaired exercise performance after muscle injury in resistance trained men" **Journal of Strength and Conditioning Research** 21(4): 1053–1060.

FERNANDEZ-GONZALO R. *et al.* (2011) "Effects of a 4-week eccentric training program on the repeated bout effect in young active women" **Journal of Sports Science and Medicine** 10: 692-699.

FERNANDEZ-GONZALO R. *et al.* (2014) "Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women" **European Journal of Applied Physiology** 114(5): 1075-1084.

FERREIRA-JÚNIOR J. B., *et al.* (2013) "Effects of Different Isokinetic Knee Extension Warm-up Protocols on Muscle Performance" **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness** 53 (Supl. 1, n 3): 25-9.

FIELD A. (2009) "Descobrimos a estatística usando o SPSS" 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 688 p.

FLANAGAN S. D. *et al.* (2013) "The Relationship between Muscle Action and Repetition Maximum on the Squat and Bench Press in Men and Women" **Journal of Strength and Conditioning Research** POST ACCEPTANCE, 13 December, 2013.

FLORES D. F. *et al.* (2011) "Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise" **Journal of Strength and Conditioning Research** 25 (11): 3039-3044.

FLOYD L., OTTE A. e MAYHEW J. L. (2009) "Comparison of 1-RM Bench Press Performance between Free Weights and Machine Weights" **Missouri Journal of Health, Physical Education, Recreation and Dance** 19: 95-103.

FOLLAND J. P. e WILLIAMS A. G. (2007) “The Adaptations to Strength Training Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength” **Sports Medicine** 37 (2): 145-168.

FORAN B. (1985) “Advantages and disadvantages of isokinetics, variable resistance and free weights”. **National Strength and Conditioning Association Journal**, fev-mar.

FOSTER C. *et al.* (2001) “A New Approach to Monitoring Exercise Training” **Journal of Strength and Conditioning Research** 15(1): 109-115.

FUJIKAKE T., HART R. e NOSAKA K. (2009) “Changes in b-mode ultrasound echo intensity following injection of bupivacaine hydrochloride to rat hind limb muscles in relation to histologic changes” **Ultrasound in Medicine and Biology** 35 (4): 687–696.

FUNK C. D. (2001) “Prostaglandins and Leukotrienes: Advances in Eicosanoid Biology” **Science** 294: 1871-1875.

GABRIEL D. A., KAMEN G. e FROST G. (2006) “Neural Adaptations to Resistive Exercise Mechanisms and Recommendations for Training Practices” **Sports Medicine** 36 (2): 133-149.

GARHAMMER J. (1981) “Free weight equipment for the development of athletic strength and power – part I” **National Strength and Conditioning Association Journal** 3(6): 24–26.

GIBALA M. J *et al.* (2000) “Myofibrillar disruption following acute concentric and eccentric resistance exercise in strength trained men” **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology** 78: 656–661.

GIBALA M. J. *et al.* (1995) “Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise” **Journal of Applied Physiology** 78 (2): 702-708.

GOLDSPINK G. (2005) “Mechanical Signals, IGF-I Gene Splicing, and Muscle Adaptation” **Physiology** 20:232-238.

GONZALEZ-IZAL M., CADORE E. L. e IZQUIERDO M. (2014) "Muscle conduction velocity, surface electromyography variables, and echo intensity during concentric and eccentric fatigue" **Muscle Nerve** 49:389–397.

HAFF, G. G. (2000) "Roundtable discussion: machines versus free weights" **Strength and Conditioning Journal** 22(6): 18-30.

HILL M. E GOLDSPINK G. (2003) "Expression and splicing of the insulin-like growth factor gene in rodent muscle is associated with muscle satellite (stem) cell activation following local tissue damage" **Journal of Physiology** 549: 2, . 409–418.

HILL M., WERNIG A. e GOLDSPINK G. (2003) "Muscle satellite (stem) cell activation during local tissue injury and repair" **Journal of Anatomy** 203: 89–99.

HODY *et al.* (2013) "Muscle fatigue experienced during maximal eccentric exercise is predictive of the plasma creatine kinase (CK) response" **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports** 23: 501-507.

HUGHES J. *et al.* (2013) "Indirect measures of substrate utilisation following exercise-induced muscle damage" **European Journal of Sport Science** 13 (5): 509-517.

IDE B. N. *et al.* (2013) "Time Course of Muscle Damage and Inflammatory Responses to Resistance Training with Eccentric Overload in Trained Individuals" **Mediators of Inflammation** vol. 2013.

KERR Z. Y., COLLINS C. L. e COMSTOCK R. D. (2010) "Epidemiology of Weight Training-Related Injuries Presenting to United States Emergency Departments, 1990 to 2007" **The American Journal of Sports Medicine** 38(4): 765-771.

KOCH A. J., PEREIRA R. e MACHADO M. (2014) "The creatine kinase response to resistance exercise" **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions** 14(1): 68-77.

KRAEMER, W. J. e FLECK, S. J. "Otimizando o Treinamento de Força: Programas de Periodização Não-Linear." Barueri, SP: Manole, 2009.

KRAEMER, W. J. e RATAMESS N. A. (2005) "Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training" **Sports Medicine** 35 (4): 339-361.

KRAEMER, W. J., & FRY, A. C. (1995). Strength testing: Development and evaluation of methodology. Physiological assessment of human fitness (pp. 115-138). Champaign, IL: Human Kinetics.

LANGFORD G. A. *et al.* (2007) "Specificity of machine, barbell, and waterfilled log bench press resistance training on measures of strength" **Journal of Strength and Conditioning Research** 21(4): 1061-1066.

LAURENT C. M. *et al.* (2011) "A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale" **Journal of Strength and Conditioning Research** 25(3): 620–628.

MACALUSO F., ISAACS A. W. e MYBURGH K. H. "Preferential Type II Muscle Fiber Damage From Plyometric Exercise" **Journal of Athletic Training** 47(4): 414–420.

MACHADO M. e WILLARDSON J. M. (2010) "Short Recovery Augments Magnitude of Muscle Damage in High Responders" **Medicine & Science In Sports & Exercise** 42(7):1370-1374.

MACHADO M. *et al.* (2013) "Is exercise-induced muscle damage susceptibility body segment dependent? Evidence for whole body susceptibility" **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interaction** 13(1):105-110.

MAYHEW J. L. *et al.* (2010) "Upper-body strength gains from different modes of resistance training in women who are underweight and women who are obese" **Journal of Strength and Conditioning Research** 24(10): 2779-2784.

McCAW S. T. e FRIDAY J. J. (1994) "A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press." **Journal of Strength and Conditioning Research** 8(4): 259-264.

McGUIGAN M. R. e FOSTER C. (2004) "A new approach to monitoring resistance training" **Strength and Conditioning Journal** 26(6): 42-47.

McGUIGAN M. R.; EGAN A. D. e FOSTER C. (2004) "Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise" **Journal of Sports Science and Medicine** 3: 8-15

McHUGH M. P. (2003) "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** 13: 88-97.

McHUGH M. P. *et al.* (2000) "Electromyographic analysis of exercise resulting in symptoms of muscle damage" **Journal of Sports Science** 18: 163-172.

MENEGHEL *et al.* (2014) "Muscle Damage of Resistance-Trained Men After Two Bouts of Eccentric Bench Press Exercise" **Journal of Strength and Conditioning Research** 28 (10): 2961-2966.

MYER G. D. *et al.* (2009) "Youth versus adult "weightlifting" injuries presenting to united states emergency rooms: accidental versus nonaccidental injury mechanisms" **Journal of Strength and Conditioning Research** 23(7): 2054-2060.

NACLERIO F. *et al.* (2013) "Effects of different resistance training volumes on strength and power in team sport athletes" **Journal of Strength and Conditioning Research** 27 (7): 1832-1840.

NEWTON M. J. *et al.* (2008) "Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men" **Journal of Strength and Conditioning Research** 22(2): 597-607.

NIELSEN J. *et al.* (2015) "Enhanced Glycogen Storage of a Subcellular Hot Spot in Human Skeletal Muscle during Early Recovery from Eccentric Contractions" **PLoS One** 10 (5).

NOSAKA K. e NEWTON M. (2002) "Difference in the Magnitude of Muscle Damage Between Maximal and Submaximal Eccentric Loading" **Journal of Strength and Conditioning Research** 16 (2): 202–208.

NOSAKA K. et al. (2000) "How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last?" **Medicine and Science in Sports and Exercise** 33(9): 1490- 1495.

NOSAKA K., NEWTON M. e SACCO P. (2002) "Muscle damage and soreness after endurance exercise of the elbow flexors" **Medicine and Science in Sports and Exercise** 34 (6): 920–927.

PASCHALIS *et al.* (2005) "Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance" **Journal of Strength and Conditioning Research** 19 (1): 184–188.

PAULSEN *et al.* (2012) "Leukocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise?" **Exercise Immunology Review** 18: 42– 97.

PHILIPPOU A. *et al.* (2009) "Expression of IGF-1 Isoforms after Exercise-induced Muscle Damage in Humans: Characterization of the MGF E Peptide Actions In Vitro" **In Vivo** 23: 567-576.

PROSKE U. e MORGAN D. L. (2001) "Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications" **Journal of Physiology** 537 (2), pp.333–345.

RADAELLI R. *et al.* (2012) "Time course of strength and echo intensity recovery after resistance exercise in women" **Journal of Strength and Conditioning Research** 26(9) 2577–2584.

ROBBINS D. W., MARSHALL P. W. M. e McEWEN M. (2012) "The effect of training volume on lower body strength" **Journal of Strength and Conditioning Research** 26 (1): 34-39.

SAETERBAKKEN A., van den TILLAAR R. e FIMLAND M. (2011) “A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements” **Journal of Sports Science** 29(5): 533-538.

SCHAWNBECK S., CHILIBECK P. D., BINSTED G. (2009) “A comparison of free weight squat to smith machine squat using electromyography” **Journal of Strength and Conditioning Research** 23(9): 2588-2591.

SCHICK E. E. *et al.* (2010) “A comparison of muscle activation between a smith machine and free weight bench press” **Journal of Strength and Conditioning Research** 14(3): 779-784.

SHANER A. A. *et al.* (2013) “The acute hormonal response to free weight and machine weight resistance exercise.” **Journal of Strength and Conditioning Research** 28(4): 1032-1040.

SIKORSKI E. M. *et al.* (2013) “Changes in perceived recovery status scale following high-volume muscle damaging resistance exercise” **Journal of Strength and Conditioning Research** 27(8): 2079–2085.

SILVA R. T. *et al.* (2006) “Shoulder strength profile in elite junior tennis players: horizontal adduction and abduction isokinetic evaluation” **British Journal of Sports Medicine** 40: 513–517.

SILVESTER *et al.* (1981) “The effect of variable resistance and free-weight training programs on strength and vertical jump” **National Strength and Conditioning Association Journal** 3(6): 30–33.

SIMPSON S. R. *et al.* (1997) “Comparison of one repetition maximums between free weight and universal machine exercises” **Journal of Strength and Conditioning Research** 11(2): 103-106.

SMITH L. L. (1992) “Causes of delayed onset muscle soreness and the impact on athletic performance: A Review” **Journal of Applied Sports Science Research** 6(3): 135-141.

SPENNEWYN K. C. (2008) "Strength outcomes in fixed versus free-form resistance equipment" **Journal of Strength and Conditioning Research** 22(1): 75-81.

SPURWAY N. C. *et al.* (2000) "The effect of strength training on the inhibition of eccentric force production in voluntarily activated human quadriceps" **European Journal of Applied Physiology** 82: 374-380;

STARON R. S. *et al.* (1992) "Assessment of skeletal muscle damage in successive biopsies from strength-trained and untrained men and women" **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology** 65: 258-264.

STONE M. H. e BORDEN R. A. (1997) "Modes and methods of resistance training" **Strength and Conditioning Journal** 19(4): 18-24.

STONE M. H. *et al.* (1991) "Overtraining: A review of the signs, symptoms and possible causes" **Journal of Applied Sport Science Research** 5(1): 35-50.

STONE M. H. *et al.* (2000) "Training Principles: Evaluation of Modes and Methods of Resistance Training" **Strength and Conditioning Journal** 22(3): 65-76.

STONE, M. H. (1982) "Considerations in gaining a strength-power training effect (machines vs. free weights)" **National Strength and Conditioning Association Journal** 4(1):22–24.

SWEET T. W. *et al.* (2004) "Quantification of resistance training using the session rating of perceived exertion method" **Journal of Strength and Conditioning Research** 18(4), 796–802.

TEE J. C., BOSCH A. N. e LAMBERT M. I. (2007) "Metabolic Consequences of Exercise-Induced Muscle Damage" **Sports Medicine** 37 (10): 827-836.

UCHIDA M. C. *et al.* (2009) "Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators" **Journal of Sports Sciences** 27(5): 499–507.

van den TILLAAR R. e ETTEMA G. (2010) "The "sticking period" in a maximum bench press" **Journal of Sports Sciences** 28(5): 529–535.

van den TILLAAR R. e SAETERBAKKEN A. (2012) "The sticking region in three chest-press exercises with increasing degrees of freedom" **Journal of Strength and Conditioning Research** 26 (11): 2962-2969.

WALKER S. et al. (2013) "Variable resistance training promotes greater fatigue resistance but not hypertrophy versus constant resistance training" **European Journal of Applied Physiology** 113: 2233-2244.

WELSCH E. A., BIRD M. e MAYHEW J. L. (2005) "Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts" **Journal of Strength and Conditioning Research** 19(2): 449-452.

WERBORN M., AUGUSTSSON J. e THOMEÉ R. (2007) "The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans" **Sports Medicine** 37 (3): 225-264.

YASUDA T. *et al.* (2010) "Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study" **Clinical Physiology Functional Imaging** 30: 338–343.

YE F. *et al.* (2013) "Overexpression of IGF-1 attenuates skeletal muscle damage and accelerates muscle regeneration and functional recovery after disuse" **Experimental Physiology** 98: 1038–1052.

Anexo 1

PAR Q*

Physical Activity Readiness Questionnaire

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

- 1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
 sim não
- 2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?
 sim não
- 3) Você sentiu dor no peito no último mês?
 sim não
- 4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?
 sim não
- 5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
 sim não
- 6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
 sim não
- 7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas ?
 sim não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário “PAR Q” e afirmo estar liberado pelo meu médico para participação em programas de atividade física.

Nome do participante: _____

_____ **Data**

_____ **Assinatura**

Anexo 2

Questionário

(Favor preencher com letra de forma)

Nome: _____ Data de nascimento: _____

Já havia praticado musculação?

 Não Sim. Em caso positivo:

Quanto tempo de prática? _____

Parado há quanto tempo? _____

Onde praticou/pratica? _____

Teve/tem acompanhamento de um professor? _____

Praticou/pratica com qual objetivo? _____

Com que frequência? _____

Costuma praticar outras atividades físicas?

 Não Sim. Quais e com que frequência? __________

Possui algum problema de saúde que possa interferir no seu treino?

 Não Sim. Especificar, se possível: __________

Anexo 3

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

O Senhor está sendo convidado a participar do projeto “**Comparação do Dano Muscular Induzido Pelo Exercício Entre Uma Sessão de Treinamento de Força com Pesos Livres e com Máquinas**”.

O objetivo desta pesquisa é comparar o dano muscular induzido por uma sessão de treinamento de força entre o exercício de supino com a barra livre, o supino com halteres e o supino com a barra guiada (equipamento Smith).

O senhor receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

A sua participação será através de 07 (sete) visitas ao laboratório de treinamento de força da faculdade de educação física (FEF) separados por intervalos que irão variar entre 24 e 72h. O senhor deverá preencher um questionário acerca das suas condições gerais de saúde bem como da sua experiência com treinamento de força. Durante as visitas serão realizadas medidas da força muscular, do inchaço muscular e de percepção subjetiva de prontidão para treinar e de percepção de dor a fim de mensurar o dano muscular. Na primeira visita o senhor será designado de forma aleatória, a um dos três grupos testados e será realizada uma familiarização com o teste no dinamômetro isocinético, para mensuração da produção de força, e com as escalas de prontidão para treinar e de percepção de dor. Logo após será executado o teste de dez repetições máximas (10 RM) no exercício de supino de acordo com o grupo sorteado com o objetivo de determinar a carga de treino. O segundo dia será reservado para que seja feita mais uma familiarização com as escalas e com o teste no dinamômetro isocinético, e para que seja repetido o teste de 10 RM para garantir a confiabilidade dos dados.

No terceiro dia serão coletados os dados sobre a prontidão para treinar, a percepção de dor do sujeito e será mensurada a espessura do músculo peitoral maior e do tríceps braquial através do aparelho de ultrassonografia, antes da realização do treino. Em seguida será executado o treino de supino de acordo com o grupo o qual o sujeito foi alocado. Imediatamente após o treino serão coletados novamente os dados aferidos antes da realização do treino. Nos dias subsequentes serão coletados os dados referentes as escalas, ao dinamômetro isocinético e a ultrassonografia. As visitas no primeiro, segundo e terceiro dias deverão durar aproximadamente entre 60 e 80 min, e nas demais visitas serão necessários aproximadamente 30 min.

Nos dias subsequentes ao treino a dor muscular tardia poderá ser intensa, mas não significa lesão, reflete apenas o processo inflamatório normal decorrente do treino executado. Informamos que o Senhor pode se recusar a participar de qualquer procedimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o senhor. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição.

Se o Senhor tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, telefone para: Sr. Diogo Vilela Ferreira, na Faculdade de Educação Física telefone (61) 3107-2500, no horário comercial das 8h00 às 18h00 ou telefone celular (61) 8280-5500.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor.

Nome / assinatura

Diogo Vilela Ferreira
Pesquisador Responsável

Brasília, ____ de _____ de _____

Anexo 4**PRONTIDÃO PARA TREINAR****Voluntário:****Grupo:****Repouso**

Quanto você se sente recuperado para fazer o mesmo exercício?

**24 h**

Quanto você se sente recuperado para fazer o mesmo exercício?

**48 h**

Quanto você se sente recuperado para fazer o mesmo exercício?

**72 h**

Quanto você se sente recuperado para fazer o mesmo exercício?

**96 h**

Quanto você se sente recuperado para fazer o mesmo exercício?

