

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Educação Física – FEF
Programa de Pós-Graduação *Stricto - Sensu* em Educação Física

**DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO TREINAMENTO DE
FORÇA: DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS**

Débora Flores da Fonseca

Brasília

2010

DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO TREINAMENTO DE FORÇA: DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS

Débora Flores da Fonseca

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

Orientador: Prof. Dr. Martim Bottaro.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília.
Acervo 981388.

Fonseca, Débora Flores da.

F676d Dano muscular induzido pelo treinamento de força :
diferenças entre gêneros / Débora Flores da Fonseca. - -
2010.

vii, 59 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,
Faculdade de Educação Física, 2010.

Inclui bibliografia.

Orientação: Martin Bottaro.

1. Exercícios físicos . 2. Músculos - Ferimentos e
lesões . I . Marques , Martim Francisco Bottaro. II .
Título.

CDU 796. 4

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus amados pais, que me apoiaram desde o início de minha formação acadêmica. Com certeza, eles foram os principais responsáveis por essa conquista. Serei eternamente grata por acreditarem em mim, por me incentivarem nos momentos difíceis, por todo o amor e dedicação.

Agradeço ao meu orientador, prof. Dr. Martim Bottaro, pelos ensinamentos e oportunidade. Foi uma honra realizar essa experiência ao lado de tão renomado pesquisador.

Agradeço aos auxiliares Saulo, Diego e Rhron e a todos os voluntários da pesquisa, pela paciência e empenho. Sem vocês, seria inviável a realização deste estudo; muito obrigada.

Agradeço ao meu chefe, Marcelo Galvão, pelo apoio e compreensão durante a fase final do curso.

Agradeço também a todos os colegas de profissão, do grupo de estudos e da academia, que me serviram de exemplo e me incentivaram nesta conquista.

Obrigada aos meus irmãos, ao meu namorado e aos meus amigos, que estiveram sempre dispostos a me ouvir e apoiar durante esse período.

Por fim, obrigada meu Deus, por iluminar a minha trajetória profissional para os melhores caminhos.

Sumário

1. Introdução	1
1.2. Justificativa e Relevância do Estudo	2
2. Revisão da Literatura	4
2.1. Dano Muscular	4
2.1.1 Diferenças entre Gêneros no Dano Muscular	6
3. Metodologia	8
3.1 Amostra	8
3.2 Procedimentos Experimentais	8
3.2.1 Anamnese.....	8
3.2.2 Avaliação Antropométrica.....	8
3.2.3 Teste de 10RM.....	9
3.2.4 Protocolo de Exercício Resistido	10
3.2.5 Delineamento Experimental.....	10
3.2.6 Avaliação Isocinética do Pico de Torque.....	11
3.2.7 Avaliação do Inchaço Muscular	12
3.2.8 Avaliação da Dor Muscular Tardia	13
3.3 Controle de Variáveis Intervenientes	13
3.3.1 Ciclo Menstrual	13
3.4 Análise Estatística	13
4. Resultados	15
4.1 Pico de Torque	15
4.2 Inchaço Muscular	16
4.3 Dor Muscular Tardia.....	18
4.4 Volume da Sessão de Treinamento.....	21
5. Discussão	23
6. Conclusão	28
ANEXO I	29
ANEXO II	32
ANEXO III	33
Referências Bibliográficas	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Distribuição do pico de torque (N.m) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Pág. 16
- Tabela 2.** Distribuição do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e do respectivo Intervalo de Confiança a 95% (IC 95%) segundo o tempo e o sexo para as medidas de ultrassom da variável inchaço muscular. Pág. 16
- Tabela 3.** Distribuição da espessura muscular (mm) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Pág. 18
- Tabela 4.** Distribuição da dor muscular tardia nos indivíduos segundo o sexo e os tempos. Pág. 20
- Tabela5.** Distribuição do número de repetições, em cada série, nos diferentes sexos. Pág. 22
- Tabela 6.** Distribuição do pico de torque (N.m) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Pág. 33
- Tabela 7.** Distribuição da espessura muscular (mm) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Pág. 33.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Banco *scoot*. Pág. 10
- Figura 2.** Desenho metodológico do estudo. Pág. 11
- Figura 3.** Dinamômetro isocinético. Pág. 12
- Figura 4.** Distribuição do pico de torque (N.m) segundo os tempos e o sexo. Pág. 15
- Figura 5.** Distribuição da espessura muscular (mm) segundo o sexo, dentro de cada tempo. Pág. 17
- Figura 6.** Distribuição da espessura muscular (mm) segundo os tempos e o sexo. Pág. 18
- Figura 7.** Distribuição da dor muscular segundo o sexo e os tempos. Pág. 19
- Figura 8.** Distribuição da dor muscular segundo os tempos e o sexo. Pág. 20
- Figura 9.** Distribuição do número de repetições, em cada série, nos diferentes sexos. Pág. 21
- Figura 10.** Distribuição do volume total de repetições segundo o sexo. Pág. 22

RESUMO

DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO TREINAMENTO DE FORÇA: DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS

OBJETIVO: Investigar a influência do treinamento de força no dano muscular em mulheres e homens jovens. **MÉTODO:** 16 homens ($22,69 \pm 0,49$ anos; $82,01 \pm 2,50$ kg; $1,78 \pm 0,17$ m) e 14 mulheres ($22,21 \pm 0,71$ anos; $56,4 \pm 1,83$ kg; $1,65 \pm 0,12$ m) destreinados a pelo menos 6 meses, realizaram 8 séries com carga de 10 repetições máximas de flexão de cotovelo unilateral. O intervalo de recuperação entre as séries foi de 2 min e a velocidade de contração de 1 seg para a fase concêntrica e 3 seg para a excêntrica. Os indicadores de dano muscular analisados foram: 1) força isocinética, 2) inchaço muscular e 3) dor muscular tardia. Esses indicadores foram mensurados em repouso (TR), logo após a sessão de treino (T0) e nos quatro dias seguintes (T1, T2, T3, T4). **RESULTADOS:** Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre gêneros na resposta de Pico de Torque (PT) em todo o período estudado. Além disso, não houve uma recuperação total do PT relativo dos indivíduos, independente do sexo. Da mesma forma, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre gêneros na espessura muscular relativa e na resposta de dor muscular tardia em todos os tempos avaliados. Entretanto, os homens apresentaram uma dor muscular tardia mais prolongada e as mulheres um inchaço muscular mais duradouro. **CONCLUSÃO:** Quando considerada a magnitude dos indicadores avaliados no estudo, homens e mulheres tiveram uma resposta similar de dano muscular.

Palavras chaves: Diferenças entre gêneros, dano muscular, treinamento de força.

ABSTRACT

MUSCLE DAMAGE AFTER STRENGTH TRAINING: GENDER DIFFERENCES

PURPOSE: To investigate the influence of strength training on muscle damage in young women and men. **METHOD:** 16 men ($22,69 \pm 0,49$ yrs; $82,01 \pm 2,50$ kg; $1,78 \pm 0,17$ m) and 14 women ($22,21 \pm 0,71$ yrs; $56,4 \pm 1,83$ kg; $1,65 \pm 0,12$ m) without training for at least 6 months, performed 8 sets with the load of 10 maximum repetitions of unilateral elbow flexor. The rest interval between sets was of 2 minutes, and the speed of contraction of 1 second for the concentric phase and 3 seconds for the eccentric. The indicators of damage strength loss, muscle swell and soreness were measured before (TR), just after the training section (T0) and on the following four days (T1,T2,T3,T4). **RESULTS:** There was not significant difference ($p > 0,05$) between genders in the answer of peak torque during all the studied period. Moreover, there was not a complete recovery of the relative PT of the individuals, regardless of sex. In the same way, there was not a significant difference ($p > 0,05$) between genders in the relative muscle thickness and in the reply of the delayed onset muscle pain in all the evaluated times. However, men presented a delayed muscle pain more drawn out and women a more lasting muscular swell. **CONCLUSION:** Taking the magnitude of the evaluated pointers in the study in consideration, men and women had a similar answer of muscle damage.

Key words: Gender differences, muscle damage, strength training.

CAPÍTULO I

1. Introdução

O treinamento resistido, também chamado treinamento de força ou com pesos, tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício e vem sendo praticado tanto por atletas, como por idosos, adultos e crianças de ambos os sexos (Fleck, 2004). Este treinamento tem demonstrado ser o método mais efetivo no incremento da força, potência, resistência e hipertrofia musculares, sendo, portanto, recomendado e utilizado na manutenção da saúde e da aptidão física por várias organizações mundiais (Kraemer, Adams, Cafarelli, Dudley, Dooly & Feigenbaum, 2002; Pincivero, FACSM, Gandaio & Ito, 2002).

Para o desenvolvimento da hipertrofia, os treinamentos com alta intensidade de contração, realizados até a falha muscular, têm se mostrado bastante eficientes (Schott, McCully, & Rutherford, 1995; Takarada, Sato, & Ishii, 2002). A tensão elevada, durante o treinamento de alta intensidade, pode gerar um dano muscular temporário que desencadeia uma complexa sequência aguda de reações, incluindo dilatação dos vasos sanguíneos locais, aumento da permeabilidade dos capilares e migração de células do sistema imunológico (Antonio & Gonyea, 1993). Essa situação induz o deslocamento de células satélites para o local do trauma, dando início ao processo regenerativo. As células satélites possuem alta densidade de material genético e se localizam no espaço externo das fibras musculares. Quando estimuladas, elas se proliferam e se fundem, ocasionando o surgimento de novas células ou núcleos, sendo, portanto, importantes para a hipertrofia muscular (Antonio & Gonyea, 1993).

Outro fator que pode influenciar o dano muscular e, conseqüentemente, a hipertrofia é o tipo de contração realizada. A literatura tem evidenciado que as contrações excêntricas apresentam uma maior suscetibilidade ao dano (Gibala, MacDougall, Tarnopolsky, Stauber, & Elorriaga, 1995; Nosaka & Newton, 2002). Nesse tipo de contração menos unidades motoras são ativadas e, assim, as proteínas estruturais dos sarcômeros necessitam suportar uma maior tensão, ficando mais expostas às lesões (Clarkson & Hubal, 2002).

O dano muscular pode ser indicado por marcadores diretos como as lesões estruturais, o inchaço muscular e a perda de amplitude articular; e marcadores indiretos como os declínios na função muscular, o aparecimento de proteínas miofibrilares no sangue e a dor muscular tardia (Allen, 2001; Friden, Sjostrom, & Ekblom, 1983). Existe uma grande variabilidade entre sujeitos na resposta desses indicadores, tanto na duração quanto na magnitude, porém não há um consenso na literatura quanto às razões para essas diferenças (Hubal, Rubinstein, & Clarkson, 2007). Uma das razões sugeridas está relacionada ao uso de variados protocolos de exercício, pois, a utilização de diferentes grupos musculares (membros inferiores e superiores), de diferentes intensidades (máximas e

submáximas) e de diferentes tipos de ações musculares (isocinéticas, isoinerciais e isométricas) pode influenciar nos resultados encontrados (Sewright, Hubal, Kearns, Holbrook, & Clarkson, 2008).

Outra razão apresentada está relacionada a diferenças entre gêneros. Alguns estudos têm evidenciado que as mulheres apresentam uma menor taxa de fadiga quando comparadas aos homens (Hunter, Critchlow, Shin, & Enoka, 2004; Pincivero & Ito, 2002; Pincivero, Sterner & Karunakara, 2000a). Quando considerada a capacidade de realizar trabalho, as mulheres possuem um desempenho menor do que os homens e, talvez por isso, precisem de um período de tempo menor para se recuperar (Hakkinen & Pakarinen, 1993). Nesse sentido, especula-se que o dano muscular no gênero feminino seja também menor em comparação ao masculino.

De fato, estudos com animais demonstraram que a expressão do dano muscular após o exercício em fêmeas é menor do que em machos (Amelink & Bar, 1986; Bar, Amelink, Oldenburg, & Blankenstein, 1988). Uma das hipóteses consistentemente defendidas para justificar essa questão é a de que o hormônio feminino estrogênio teria um efeito protetor no dano muscular. Entretanto, os mecanismos pelos quais isso ocorre ainda não estão claros e não se sabe quão expressivo é esse fenômeno (Tiidus, 2005). Além disso, os estudos com humanos apresentam resultados bastante controversos (Clarkson & Hubal, 2002). Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar a influência do treinamento de força no dano muscular em mulheres e homens jovens destreinados.

1.1. Hipóteses

I Não haverá diferenças significativas ($P > 0,05$) na redução da força muscular do pós-treino entre homens e mulheres.

II Não haverá diferenças significativas ($P > 0,05$) no aumento da dor muscular tardia do pós-treino entre homens e mulheres.

III Não haverá diferenças significativas ($P > 0,05$) no aumento do inchaço muscular do pós-treino entre homens e mulheres.

IV Não haverá diferenças temporais significativas ($P > 0,05$) na manifestação desses indicadores entre homens e mulheres.

1.2. Justificativa e Relevância do Estudo

A prática de um programa de treinamento físico, contendo exercícios resistidos é amplamente utilizada com o objetivo de melhorar o desempenho muscular (Hakkinen, Kraemer, Newton, & Alen, 2001; 2002; Izquierdo et al., 2003; 2005), reduzir os fatores de risco para doenças cardiovasculares (Golberg, Elliot, Schultz, & Kloster, 1984; Goldberg, 1989; Hurley et al., 1988; Hurley & Kokkinos, 1987), promover a redução e a manutenção ponderal (Evans, 1999; Van Etten, Verstappen, & Westerterp, 1994), prevenir osteoporose (Gutin & Kasper, 1992; Layne & Nelson, 1999), aprimorar a estabilidade dinâmica e preservar a capacidade funcional (Keleman, Stewart, & Gillian, 1986; Ostrowski, Wilson, Weatherby, Murphy, & Lyttle, 1997; Stewart, Mason, & Keleman,

1988). Segundo McCartney (1999), se os programas de treinamento resistido forem prescritos de forma individualizada, esses benefícios podem ser otimizados e obtidos de forma eficaz e segura. Nesse sentido, a literatura tem procurado identificar características inerentes às diferentes populações para que o treinamento possa ser manipulado adequadamente.

No que se refere às diferenças entre gêneros, tem-se verificado que os homens apresentam um maior torque e taxa de fadiga do que as mulheres (Hunter, Critchlow, Shin et al., 2004; 2002; 2003; Pincivero, Gear, Sterner, & Karunakara, 2000). Vários fatores são apontados como causas dessas distinções. Dentre eles destacam-se a diferença no sistema músculo esquelético, a morfologia e distribuição das fibras musculares, a ativação neural e a concentração de hormônios (Esbjornsson-Liljedahl, Bodin, & Jansson, 2002; Esbjornsson-Liljedahl, Sundberg, Norman, & Jansson, 1999; Hewett, Myer, & Zazulak, 2008; Hunter, Critchlow, & Enoka, 2004; Jackson & Pollock, 1978; Kanehisa, Ikegawa, & Fukunaga, 1994; Kanehisa, Okuyama, Ikegawa, & Fukunaga, 1996; D. M. Pincivero, Campy, Salfetnikov, Bright, & Coelho, 2001; D. M. Pincivero et al., 2000; Staron et al., 2000; Wust, Morse, de Haan, Jones, & Degens, 2008). Essas evidências, somadas aos resultados de estudos com animais onde apontaram que machos respondiam mais ao dano muscular do que fêmeas, levaram a suspeita de que as mulheres poderiam apresentar um efeito protetor ao dano muscular. Alguns estudos tentaram desvendar essa questão, porém, os resultados ainda são controversos (Clarkson & Hubal, 2001, 2002; Rinard, Clarkson, Smith, & Grossman, 2000; Sayers & Clarkson, 2001).

Tem-se observado que, além das diferenças na magnitude das respostas ao dano muscular, ocorre também uma diferença temporal na manifestação dos indicadores entre os gêneros (Clarkson & Hubal, 2002). Entretanto, os registros da literatura não apresentam um consenso e ainda não se pode afirmar que há taxas diferentes de recuperação muscular para os homens e para as mulheres. Talvez isso seja atribuído à disparidade entre os protocolos utilizados nos estudos e à grande variabilidade das medidas.

Além disso, a maior parte dos estudos que analisaram dano muscular induzido por exercícios resistidos utilizou protocolos com movimentos isocinéticos ou contrações excêntricas (Nosaka & Newton, 2002; Paschalis, Koutedakis, Jamurtas, Mougios, & Baltzopoulos, 2005). Assim, a validade ecológica desses estudos se torna prejudicada, pois esses treinamentos não são predominantemente realizados nas salas de musculação. O presente estudo utilizou um protocolo de treinamento resistido mais condizente com a realidade, onde foram realizadas contrações isoinerciais concêntricas e excêntricas.

Caso a literatura deixe claro que as mulheres respondem menos ao dano muscular, será plausível que elas realizem um intervalo de recuperação entre sessão de treinos menor e até mesmo uma frequência de treinamento maior em relação aos homens. Assim, os achados científicos referentes ao tema irão permitir uma manipulação mais precisa dessas variáveis e uma prescrição de treinamento resistido mais adequada por parte dos profissionais.

CAPÍTULO II

2. Revisão da Literatura

2.1. Dano Muscular

Diversos estudos investigaram os efeitos do exercício resistido no dano muscular. Alguns focaram as diferenças das respostas entre indivíduos jovens, de meia-idade e idosos, treinados e destreinados; e entre protocolos de exercício com intensidades distintas. Roth et al. (2000) investigaram as possíveis diferenças da idade na resposta de dano muscular ao treinamento resistido de alta intensidade. Nesse estudo, sete mulheres jovens e seis idosas, destreinadas, realizaram a extensão de joelho unilateral três vezes por semana durante nove semanas. Para avaliar o dano muscular foram realizadas biópsias bilaterais dos vastos laterais (perna treinada e perna controle). Não houve diferenças significativas no dano muscular pré e pós-treinamento para as mulheres jovens. Somente as idosas apresentaram um aumento significativo no dano muscular após o período de treinamento.

Nosaka & Newton (2002) compararam duas intensidades de exercício excêntrico para os flexores de cotovelo realizadas pelos mesmos grupos de sujeitos jovens destreinados. Foram realizadas três séries de dez ações excêntricas, porém com um dos braços a intensidade foi máxima e com o outro braço de cada sujeito a intensidade foi submáxima, utilizando um halter que correspondia a 50% da Força Isométrica Máxima (FIM). O exercício excêntrico para os flexores de cotovelo em indivíduos destreinados utilizando 50% da carga induziu dano muscular, mas a magnitude do dano foi significativamente menor e sua recuperação foi significativamente mais rápida do que o exercício realizado com carga máxima. Assim, pôde-se concluir que a magnitude do dano muscular induzido pelo exercício excêntrico e o seu tempo de recuperação são dependentes da magnitude da carga excêntrica.

Paschalis et al. (2005) examinaram as diferenças no dano e na performance musculares em resposta ao exercício excêntrico de alta e baixa intensidade, com o mesmo volume. Doze homens jovens destreinados realizaram duas sessões de exercício excêntrico isocinético para o quadríceps, uma em cada perna selecionada de forma randomizada e separadas por um intervalo de duas semanas. Na primeira sessão os sujeitos realizaram o protocolo de alta intensidade, com doze séries de dez repetições máximas. Já na segunda sessão eles realizaram o protocolo de baixa intensidade, com 50% do pico de torque, até que o trabalho total se aproximasse do atingido na primeira sessão. Foram analisados o dano muscular por atividade de Creatina Cinase (CK), dor muscular tardia e amplitude de movimento e o desempenho muscular por pico de torque excêntrico e isométrico antes do exercício, 24, 48, 72 e 96 horas após o treino. Com exceção da elevação da CK nas 24h após o exercício para o protocolo de alta intensidade, nenhuma outra diferença foi observada entre as duas condições. Em relação ao desempenho muscular, houve um declínio significativamente maior após o

exercício de alta intensidade em comparação com o de baixa intensidade. Esses resultados indicam que volumes semelhantes de exercício com alta e baixa intensidade produzem efeitos similares no dano muscular, porém o exercício de alta intensidade tem mais influência sobre o desempenho muscular.

Lavender & Nosaka (2008) compararam as respostas dos marcadores indiretos de dano muscular entre homens jovens e de meia-idade após exercício de flexão de cotovelo com amplitude de movimento padronizada. Cada grupo da amostra foi composto por 12 homens ativos em nível recreacional. Eles realizaram seis séries de cinco repetições excêntricas a 40% da contração voluntária máxima (CVM). Os marcadores foram mensurados antes, imediatamente após e nos quatro dias após a sessão de exercício. Verificou-se que não houve diferenças significativas entre os grupos nas mudanças na CVM, ROM (*range of motion*), circunferência do braço, atividade de CK no plasma e concentração de Mioglobina (Mb) após a sessão de exercício. Os autores justificam que isso pode ter ocorrido devido à similaridade de força muscular existente entre os grupos. Somente a dor muscular tardia foi significativamente menor ($p < 0,05$) para o grupo de meia-idade. Esse resultado sugere que as percepções de dor por palpação e movimentação do cotovelo diminuem com a maturidade, fazendo com que os homens de meia-idade sejam mais tolerantes a dor do que os jovens. Entretanto, não há um consenso na literatura quanto aos mecanismos envolvidos nessa questão, sendo necessária uma análise mais cautelosa.

Newton et al. (2008) compararam as respostas ao exercício excêntrico intenso de flexores de cotovelo entre homens treinados e destreinados. Os sujeitos realizaram dez séries de seis contrações excêntricas máximas com um dos braços em um dinamômetro isocinético programado com velocidade 90°/s. Antes, imediatamente depois e por cinco dias após o exercício, foram comparadas as mudanças na força isométrica máxima, no torque isocinético, na amplitude de movimento, na circunferência do braço, na atividade de CK e na dor muscular tardia. O grupo treinado apresentou mudanças significativamente menores em todos os indicadores, exceto para a dor muscular tardia, e recuperaram a função muscular mais rapidamente do que o grupo destreinado. O torque isométrico do grupo treinado retornou aos valores iniciais no terceiro dia após o exercício, enquanto o grupo destreinado ainda permanecia com débito de 30% no quinto dia após o exercício. Esses resultados sugerem que indivíduos treinados são menos suscetíveis ao dano muscular induzido pelo exercício excêntrico máximo do que indivíduos destreinados.

Hackney et al. (2008) estudaram o efeito de uma sessão aguda de treinamento resistido para o corpo todo, de alto volume, no gasto energético e no dano muscular do pós-treino. A amostra foi composta por homens jovens, sendo oito treinados e oito destreinados. O protocolo utilizado foi de oito séries de seis repetições com 1 seg para a fase concêntrica e 3 seg para a fase excêntrica em oito exercícios. O gasto energético, a concentração de CK e a dor muscular tardia foram mensurados por quatro dias consecutivos após a sessão de treinamento. Os resultados evidenciaram que o gasto energético e os indicadores de dano muscular foram maiores, para todas as medidas, nos indivíduos destreinados do que nos treinados, porém, essa diferença não foi significativa. Já o gasto energético aumentou significativamente para os dois grupos nas 72 horas pós-treino.

2.1.1 Diferenças entre Gêneros no Dano Muscular

Poucos estudos procuraram desvendar a questão da diferença entre gêneros no dano muscular induzido pelo exercício resistido.

Staron et al. (1992) realizaram um estudo crônico de oito semanas com treinamento resistido de alta intensidade para o músculo quadríceps. A amostra foi composta por treze homens e oito mulheres jovens, além de um grupo controle com indivíduos destreinados. O programa de treinamento era realizado duas vezes por semana, com três exercícios, sendo três séries até a falha, com margem de repetições de seis a oito em um dia e dez a doze no outro. Mais um dia de teste de força era realizado por semana para o ajuste regular das cargas ao longo do estudo. A atividade de CK plasmática analisada a cada duas semanas demonstrou que a média dos valores obtidos foi significativamente menor para as mulheres do que para os homens.

Stupka et al. (2000) estudaram o efeito do exercício excêntrico em homens e mulheres destreinados utilizando um protocolo unilateral de pernas, sendo uma exercitada e outra controle. A intensidade utilizada foi de 120% da carga de 1RM concêntrica em três séries de 12 repetições excêntricas de *leg press* e nove séries de 12 repetições excêntricas na cadeira extensora. Para a determinação do dano muscular e/ou inflamação foram analisados os granulócitos plasmáticos, a atividade de CK e as biópsias de ambas as pernas. As mulheres apresentaram menos inflamação muscular em comparação com os homens, apesar de o dano estrutural ter sido semelhante. Esses resultados mostraram que as diferenças no gênero em resposta ao dano muscular induzido pelo exercício excêntrico não foram devido ao dano estrutural dos sarcômeros, mas sim à resposta inflamatória subsequente.

Rinard et al. (2000) não encontraram diferenças entre gêneros na perda de força muscular e na dor muscular tardia, entretanto, as mulheres apresentaram uma perda de amplitude de movimento mais acentuada do que os homens. Apesar desse achado, os próprios autores colocam que os resultados do estudo não são suficientes para suportar a teoria de que as mulheres apresentam menos dano muscular do que os homens. Vale ressaltar que o protocolo de treinamento utilizado, com 70 contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo, não é um protocolo usual na realidade dos centros de treinamento.

Sayers & Clarkson (2001) não verificaram diferenças significativas na média de perda de força entre os sexos após 50 contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo. Entretanto, um grande número de mulheres apresentou acentuados decréscimos imediatamente após o exercício na CVM (>70%) e ainda a recuperaram mais rápido do que os homens que obtiveram a mesma perda de força. Foi possível verificar uma recuperação completa da força entre 26 e 47 dias após o exercício, mostrando que a realização de contrações excêntricas de alta intensidade parece não induzir consequências negativas à força muscular. Os autores sugerem ainda a possibilidade das respostas inflamatórias contribuírem para esta recuperação prolongada.

Clarkson & Hubal (2001) publicaram um artigo de revisão com o intuito de esclarecer se as mulheres seriam menos suscetíveis ao dano muscular induzido pelo exercício do que os homens. Com base em diversos estudos, elas concluíram que o exercício aeróbio ou de resistência de força prolongada podem resultar em uma resposta de CK atenuada para as mulheres, mas isso não é suficiente para concluir que o dano muscular também seja menor. Da mesma forma, com os estudos que utilizaram exercícios resistidos, as autoras afirmam que não é possível afirmar que as mulheres apresentam menos dano muscular. Entretanto, a resposta inflamatória subsequente pode diferir entre homens e mulheres.

Dannecker et al. (2005) realizaram um estudo com o propósito de examinar as diferenças entre sexos na dor muscular tardia com o uso de estímulos de intensidade quantificadas e multidimensionais e medidas de dor validadas. 95 voluntários completaram a flexão de cotovelo excêntrica e retornavam ao laboratório em 24 e 48 horas após o exercício. A mesma intensidade foi administrada para os homens e as mulheres. Não foram detectadas diferenças entre sexos, exceto para os homens que reportaram maior razão efetiva do que as mulheres. A ausência de maiores taxas de dor muscular em mulheres do que em homens nessa investigação condizem com os resultados da literatura. Entretanto, os achados contradizem algumas poucas investigações com dor muscular aguda, nas quais o dano no tecido muscular não foi induzido por contrações excêntricas.

Sewright et al. (2008) examinaram a perda de força, dor muscular, CK e Mb após exercício excêntrico de alta intensidade em um grande grupo de homens e mulheres. Foram utilizadas duas séries de 25 contrações excêntricas máximas de flexão de cotovelo do braço não dominante. Como resultado, verificou-se uma perda de força significativamente mais acentuada nas mulheres apenas logo após o exercício. Já o aumento da CK plasmática foi significativamente maior nos homens em resposta ao quarto dia após o exercício excêntrico. Não houve diferenças entre homens e mulheres para a dor muscular tardia e a Mb plasmática. Nos homens, todos os marcadores avaliados apresentaram correlação significativa, enquanto nas mulheres essa correlação foi menor, uma vez que a dor muscular não apresentou relação com os outros marcadores.

Percebe-se que as evidências apresentadas não permitem que se chegue a um consenso em relação à diferença entre gêneros no dano muscular. Esse tema ainda apresenta controvérsias e, portanto, precisa ser mais investigado.

CAPÍTULO III

3. Metodologia

3.1 Amostra

A amostra foi recrutada por meio de cartazes espalhados pela Universidade de Brasília e por convite pessoal. Como pré requisito os indivíduos deviam ser fisicamente ativos, porém, sem frequência regular em exercício resistido por, no mínimo, seis meses. Foram excluídos da amostra indivíduos com problemas articulares ou cardiovasculares que os impedissem de realizar os testes ou que poderiam ser agravados com eles. Foram selecionados 16 homens ($22,69 \pm 0,49$ anos; $82,01 \pm 2,50$ kg; $1,78 \pm 0,17$ m) e 14 mulheres ($22,21 \pm 0,71$ anos; $56,4 \pm 1,83$ kg; $1,65 \pm 0,12$ m). Todos receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I) e, após concordarem com o texto, o assinaram antes do experimento. Além disso, os voluntários apresentaram atestado médico de aptidão para participar do estudo. Durante o período do experimento, os indivíduos foram orientados a manter os hábitos alimentares e não fazer uso de suplementos. Também foi dada uma orientação para que os indivíduos avaliados não praticassem atividade física extenuante e não realizassem treinamento resistido. Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília com o registro de CEP-FM 007/2009 (ANEXO II).

3.2 Procedimentos Experimentais

3.2.1 Anamnese

Foi realizada uma anamnese composta por algumas perguntas esclarecedoras sobre os hábitos dos voluntários quanto ao fumo e o consumo de bebidas alcoólicas, bem como informações sobre a prática de atividade física e acontecimentos médicos. Foi realizado levantamento histórico familiar relacionado a doenças como cardiopatias, diabetes e doenças pulmonares, o que forneceu segurança para o bom andamento da pesquisa.

3.2.2 Avaliação Antropométrica

Com o objetivo de melhor descrever a amostra foram mensuradas a estatura e a massa corporal. A estatura foi medida por um estadiômetro (Soehnle, modelo 7755, Murrhardt, Germany) com resolução de 0,5 cm, com o corpo o mais alongado possível. As mensurações da estatura foram tomadas em triplicata e a média foi registrada.

Para a mensuração da massa corporal foi utilizada uma balança digital (Líder, modelo P 150M, Araçatuba, SP, Brasil) com resolução de 100 gramas. Os avaliados se posicionaram em pé, de costas para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés. Em seguida, foram colocados sobre o centro da balança, eretos e com o olhar em um ponto fixo a frente.

3.2.3 Teste de 10RM

Com o objetivo de determinar a carga do exercício utilizado no protocolo foi realizado o teste de dez repetições máximas (RM), seguindo as seguintes recomendações adaptadas de Kraemer & Fry (1995): 1) aquecimento de dez repetições com 40% da carga de 10RM estimada; 2) descanso de 60 segundos com alongamento leve, seguido de dez repetições com 60% da carga de 10RM estimada; 3) incremento do peso tentando alcançar a 10RM em três a cinco tentativas, usando cinco minutos de intervalo entre uma tentativa e outra; 4) o valor registrado foi de dez repetições com o peso máximo levantado na última tentativa bem sucedida. Para determinar uma melhor confiabilidade, foram realizados dois testes com um intervalo mínimo de 72 horas (teste/re-teste).

O exercício utilizado para os testes e o protocolo foi o de rosca bíceps unilateral no banco *scoot* com halter (Figura 1). Apesar de estudos anteriores não encontrarem diferença nas variáveis isocinéticas entre o membro dominante e não dominante (Davies, 2003), durante estudo piloto, a amostra apresentou diferença de força entre os braços, o que prejudicou a determinação da carga máxima. Com isso, foi determinado que o braço direito executasse o teste e o protocolo, devendo ele ser o braço dominante. A técnica de execução também foi padronizada, onde os indivíduos realizaram uma amplitude de movimento completa e se posicionaram de maneira semelhante, evitando possíveis alterações nos resultados. Para não comprometer a validade interna neste estudo, todos os testes foram realizados pelo mesmo avaliador.



Figura 1. Banco *Scoot*.

3.2.4 Protocolo de Exercício Resistido

Foram realizadas oito séries de repetições máximas com carga inicial de 10RM e redução de 20% da carga a partir da quarta série, para que o volume de repetições não caísse demasiadamente. O intervalo de recuperação utilizado foi de dois minutos entre as séries. A velocidade de contração do exercício foi ditada por um metrônomo, sendo 1 segundo para a fase concêntrica e 3 segundos para a fase excêntrica.

3.2.5 Delineamento Experimental

No primeiro dia de encontro com o voluntário foram realizadas a anamnese, a avaliação antropométrica e o teste de 10RM. Após 72 horas o teste de 10RM foi repetido para garantir a confiabilidade dos resultados. Nas 72 horas seguintes foram realizadas as medidas em repouso do pré-treino, caracterizadas como TR, dos seguintes indicadores de dano muscular: dor muscular tardia, inchaço muscular e força isocinética, nesta ordem. Em seguida, foi realizado o protocolo de exercício resistido. Após 10 minutos, os testes foram refeitos (T0). A partir daí, sempre com um intervalo de 24 horas, os testes foram repetidos até que se completaram quatro dias após o treinamento. Vale ressaltar que todos os testes também foram realizados pelo mesmo pesquisador. A figura 2 apresenta o desenho metodológico do estudo para uma melhor compreensão.

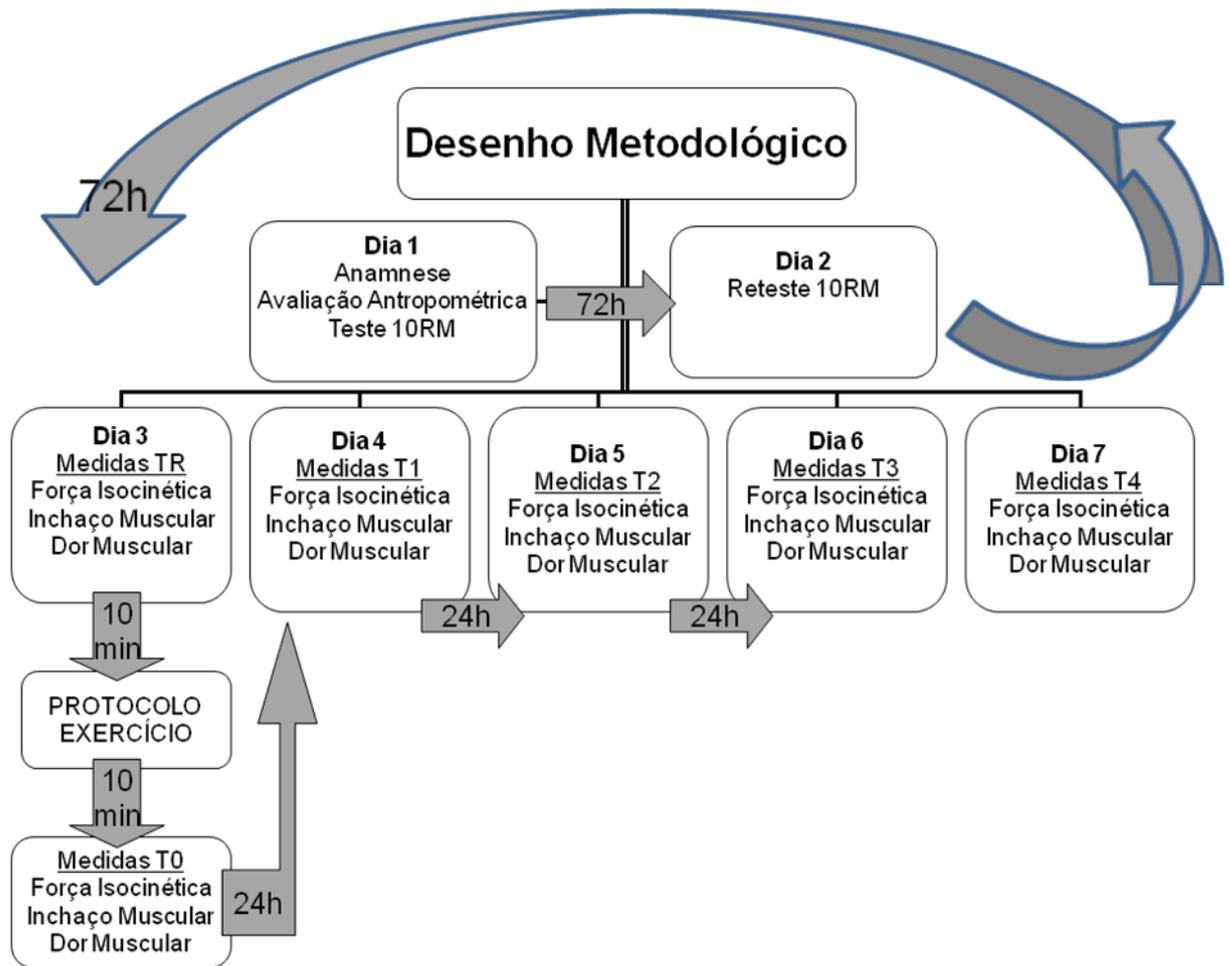


Figura 2. Desenho Metodológico do Estudo.

3.2.6 Avaliação Isocinética do Pico de Torque

O torque isocinético para a flexão de cotovelo foi mensurado pelo Dinamômetro Isocinético Biodex System III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). Os voluntários realizaram uma série de seis repetições com velocidade de $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (graus por segundo), sendo as três primeiras submáximas e as três últimas máximas, para a familiarização com o teste e aquecimento. Em seguida, para a determinação do pico de torque foram realizadas duas séries de três repetições com velocidade de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e intervalo de recuperação entre as séries de 1 min (Parcell, Sawyer, Tricoli, & Chinevere, 2002).

Os sujeitos realizaram as avaliações do pico de torque sentados no banco *scoot*. O dinamômetro foi adaptado ao banco e os ajustes foram anotados para padronizar a posição de teste de cada sujeito (Figura 3). Para a correção da gravidade mediu-se o torque exercido pelo braço de resistência e o membro do avaliado (relaxado). Os valores do pico de torque foram automaticamente ajustados para a gravidade pelo programa Biodex Advantage Software.

A calibração do dinamômetro Biodex foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante. Com o intuito de reduzir o efeito da desaceleração do membro na repetição seguinte, a regulação do movimento no final da amplitude foi regulada para o menor nível (Hard) (Taylor, Sanders, Howick, & Stanley, 1991). Durante os testes, foi dado encorajamento verbal e *feedback* visual pelo monitor do computador do Biodex, na tentativa de se alcançar o nível de esforço máximo (Hald & Bottjen, 1987; Kim & Kramer, 1997; McNair, Depledge, Brett Kelly, & Stanley, 1996). O procedimento de teste foi realizado pelos mesmos investigadores para todos os sujeitos (Brown, 2000).



Figura 3. Dinamômetro Isocinético

3.2.7 Avaliação do Inchaço Muscular

As espessuras musculares do bíceps braquial foram avaliadas com um aparelho de ultrassonografia (Philips, VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, MG, Brasil). A posição da medida foi marcada com uma caneta de longa duração a uma distância de 40% do úmero, a partir da fossa cubital. Foi utilizado um gel solúvel em água para a aplicação sobre o local de mensuração, além de um transdutor de 7,5MHz posicionado perpendicularmente à musculatura avaliada. O transdutor foi sustentado pela mão do avaliador a 30 centímetros de sua base e não foi realizada nenhuma pressão adicional para padronizar a compressão gerada na pele. Assim que o avaliador encontrava uma imagem satisfatória ela era congelada e armazenada (Nosaka & Newton, 2002; Bemben, 2002). Todas as mensurações e análises foram realizadas pelo mesmo avaliador e repetidas por três vezes, sendo considerado o valor médio.

3.2.8 Avaliação da Dor Muscular Tardia

A dor muscular tardia foi avaliada por palpação e alongamento do músculo bíceps braquial. A classificação da dor foi dada por meio de uma escala análoga visual caracterizada por uma linha de 100mm, na qual uma extremidade correspondia a um estado “sem dor” e a outra a um estado “dor extrema” (Dannecker et al., 2005; Rinard et al., 2000).

3.3 Controle de Variáveis Intervenientes

3.3.1 Ciclo Menstrual

Estudos que avaliaram o desempenho muscular ao longo do ciclo menstrual reportaram resultados conflitantes. Sarwar *et al.* (1996) pesquisaram dois grupos de jovens (20 ± 1 anos) sedentárias. Um grupo não tinha nenhum tratamento hormonal e o outro tomava contraceptivo oral. A força e a fadiga musculares do quadríceps foram medidas e os resultados mostraram diferença significativa nas variáveis ao longo do ciclo no grupo sem tratamento. Já no grupo que tomava contraceptivo oral, não houve alterações nos parâmetros do desempenho muscular. Elliott *et al.* (2005) também encontraram diferenças na força muscular em mulheres que não usavam contraceptivos orais.

Corroborando com os resultados de outros estudos, recentemente, Abt *et al.* (2007) não detectaram diferenças na força muscular do quadríceps e isquiotibiais na realização de contrações isocinéticas do joelho a 60 e 180°/s, durante o ciclo menstrual (Eckerson, 2000; Janse de Jonge, 2003). Esses autores sugerem que a fase do ciclo menstrual não precisa ser considerada na avaliação isocinética. Especificamente em relação ao dano muscular, também não foram encontradas diferenças na resposta dos indicadores quando as participantes se exercitavam nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual (McCormick, 1985).

Com base nesses estudos, o ciclo menstrual das avaliadas não foi controlado, porém o uso de contraceptivos orais e a fase do ciclo menstrual foram reportados. Das 14 mulheres avaliadas, oito faziam uso de contraceptivos e seis não o faziam, sendo que destas últimas, três apresentavam-se na primeira fase do ciclo menstrual.

3.4 Análise Estatística

Para caracterizar os dados de massa corporal, estatura e idade, segundo o sexo, foi utilizada uma análise descritiva. A distribuição do pico do torque, da espessura muscular e da dor muscular tardia nos indivíduos, conforme o sexo nos diferentes tempos de avaliação foi calculada por uma ANOVA fatorial mista (between/within) seguida do intervalo de confiança a 95%. A mesma estratégia de análise foi aplicada para comparar o número de repetições realizadas em cada série da sessão de

treinamento, nos diferentes sexos. Os dados foram expressos em termos de média \pm o erro padrão. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). Na avaliação da espessura muscular foi calculado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) do tipo "Two-way misturado" para avaliar a consistência das medidas em testagens repetidas. Os valores do ICC vão de 0 a 1, sendo recomendado que qualquer medida, para ser útil, deve ter um valor de, pelo menos, 0,6. As análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 17.0.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

4.1 Pico de Torque

A figura 4 apresenta a distribuição do pico de torque (PT) relativo segundo os tempos e o sexo. Os dados absolutos encontram-se na tabela 6 (ANEXO III). Logo após o treino (T0) houve uma queda significativa no PT ($p < 0,05$). Nos dias subsequentes de recuperação (T1, T2, T3, T4) o PT aumentou significativamente ($p < 0,05$) em relação a T0, porém, se manteve significativamente menor do que TR. Por meio da figura 4, é possível visualizar que esse padrão de comportamento foi o mesmo para os dois sexos. Assim, pode-se dizer que até 96h após o treino (T0 a T4) não houve uma recuperação total do PT relativo dos indivíduos estudados, independente do sexo.

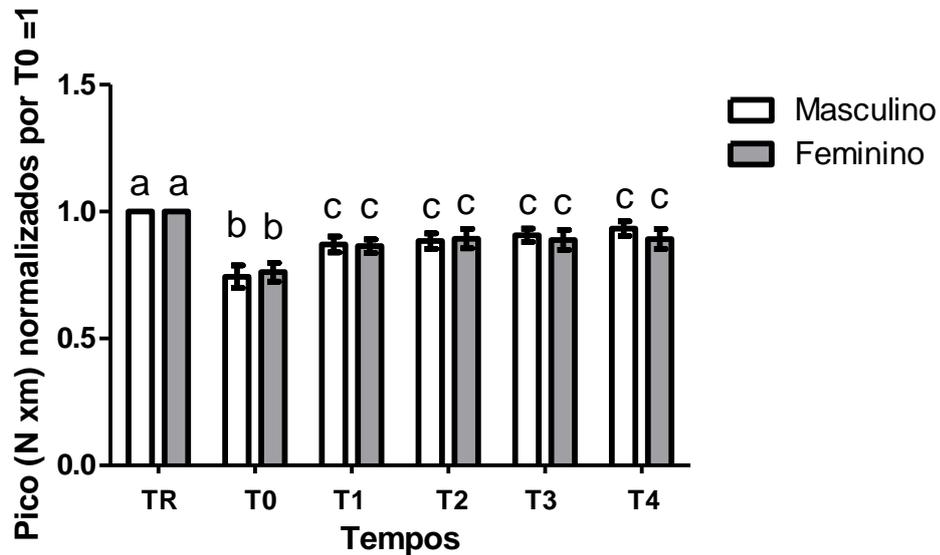


Figura 4. Distribuição do pico de torque (N.m) segundo os tempos e o sexo.

Letras diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) ou entre os sexos entre o mesmo tempo ou entre os diferentes tempos para o mesmo sexo. As barras de erro representam duas vezes o erro padrão e os dados foram normalizados para TR=1.

Tabela 1. Distribuição do pico de torque (N.m) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Valores expressos em termos de média \pm erro padrão e normalizados para TR =1.

	MASCULINO	FEMININO
TR	1,0000 \pm 0,00000 A;a	1,0000 \pm 0,0000 A;a
T0	0,7436 \pm 0,02074 A;b	0,7615 \pm 0,0207 A;b
T1	0,8709 \pm 0,01468 A;c	0,8639 \pm 0,0147 A;c
T2	0,8843 \pm 0,01436 A;c	0,8937 \pm 0,0144 A;c
T3	0,9067 \pm 0,01251 A;c	0,8885 \pm 0,0125 A;c
T4	0,9331 \pm 0,01336 A;c	0,8925 \pm 0,0134 A;c

Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo sexo para os diferentes tempos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$).

4.2 Inchaço Muscular

A tabela 3 apresenta a distribuição do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e do respectivo Intervalo de Confiança a 95% (IC 95%) segundo o Tempo e o Sexo para as medidas de ultrassom da variável Inchaço Muscular (IM). Durante o experimento, em cada indivíduo foram realizadas três medidas de ultrassom para todos os momentos testados. Os resultados indicam que a reprodutibilidade dessas medidas foi bastante elevada para ambos os sexos.

Tabela 2. Distribuição do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e do respectivo Intervalo de Confiança a 95% (IC 95%) segundo o Tempo e o Sexo para as medidas de ultrassom da variável Inchaço Muscular.

Tempo	Sexo	ICC	IC 95%
TR	Masculino	0,999	[0,997;1,000]
	Feminino	0,994	[0,985;0,999]
T0	Masculino	0,998	[0,994;0,999]
	Feminino	0,997	[0,992;0,999]
T1	Masculino	0,998	[0,996;0,999]
	Feminino	0,993	[0,982;0,997]
T2	Masculino	0,998	[0,995;0,999]
	Feminino	0,984	[0,960;0,994]
T3	Masculino	0,998	[0,996;0,999]
	Feminino	0,990	[0,975;0,996]
T4	Masculino	0,997	[0,993;0,999]
	Feminino	0,993	[0,982;0,997]

De acordo com a figura 5, que apresenta a comparação da espessura muscular (mm) entre os sexos dentro de cada tempo, não houve diferença significativa no IM relativo entre os sexos em nenhum momento estudado.

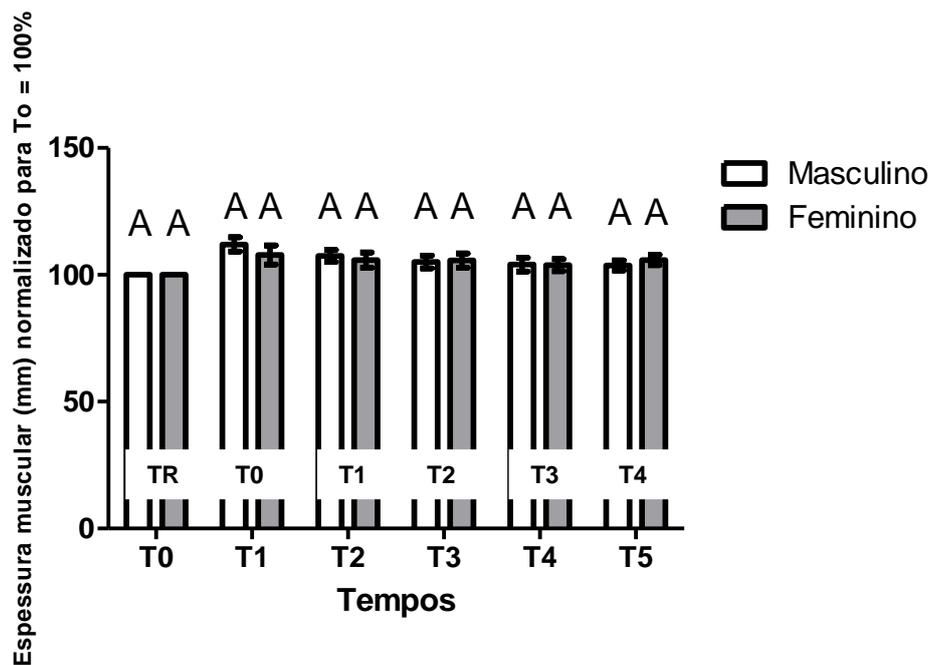


Figura 5. Distribuição da espessura muscular (mm) segundo o sexo, dentro de cada tempo. Letras iguais significam ausência de diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$). As barras de erro representam duas vezes o erro padrão e os valores foram normalizados pelo TR= 100%.

A figura 6 mostra a distribuição da espessura muscular (mm) relativa ao longo do tempo dentro de cada sexo. Os dados absolutos encontram-se na tabela 8, em anexo (ANEXO IV). No grupo masculino foi possível verificar que a espessura muscular aumentou significativamente logo após a realização do treino (T0) e se manteve por mais um dia (T1). A partir do segundo dia de recuperação a espessura diminuiu, entretanto, não ao ponto de retornar aos valores iniciais (TR). No grupo das mulheres a espessura muscular também aumentou significativamente no momento logo após a realização do treino (T0), porém, se manteve aumentada por todo o período avaliado (T0 ao T4). Portanto, a recuperação relativa do IM foi mais demorada para as mulheres.

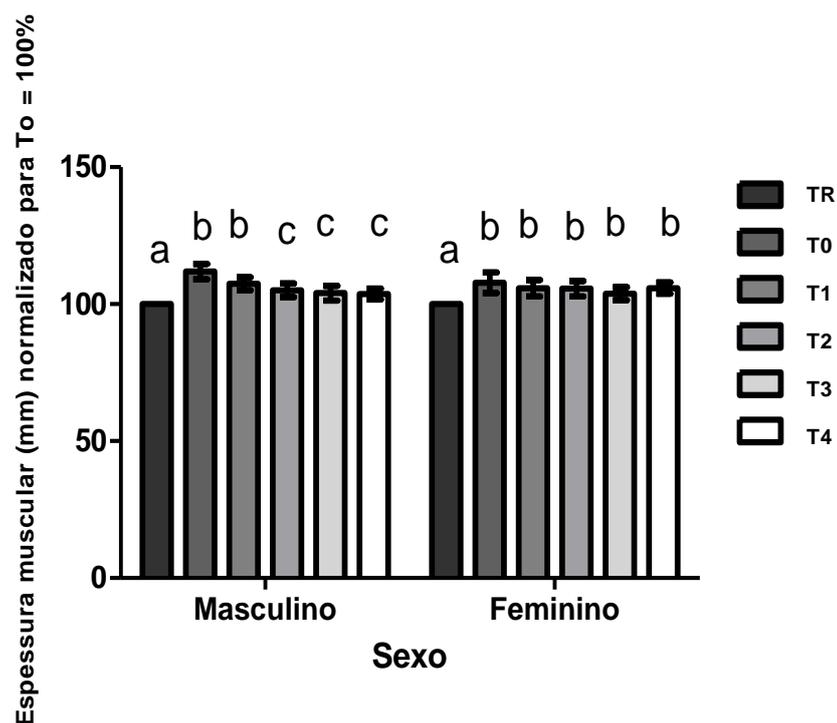


Figura 6. Distribuição da espessura muscular (mm) segundo os tempos e o sexo.

Letras diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre os diferentes tempos para o mesmo sexo. As barras de erro representam duas vezes o erro padrão e os valores foram normalizados pelo TR= 100%.

Tabela 3. Distribuição da espessura muscular (mm) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Valores expressos em termos de média \pm erro padrão e normalizados para TR =100%.

	MASCULINO			FEMININO		
TR	100,0000	\pm 0,0000	A;a	100,0000	\pm 0,0000	A;a
T0	111,9900	\pm 1,3208	A;a	107,8600	\pm 1,7399	A;b
T1	107,4100	\pm 1,1033	A;b	105,7800	\pm 1,3788	A;b
T2	105,0300	\pm 1,1768	A;c	105,6300	\pm 1,2903	A;b
T3	104,0300	\pm 1,2560	A;c	103,8100	\pm 1,1236	A;b
T4	103,7100	\pm 0,9453	A;c	105,8500	\pm 0,9445	A;b

Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo sexo para os diferentes tempos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$).

4.3 Dor Muscular Tardia

A figura 7 apresenta a distribuição da dor muscular tardia de acordo com o sexo dentro de cada tempo. Não houve diferença significativa entre homens e mulheres na resposta de dor muscular em todos os tempos avaliados.

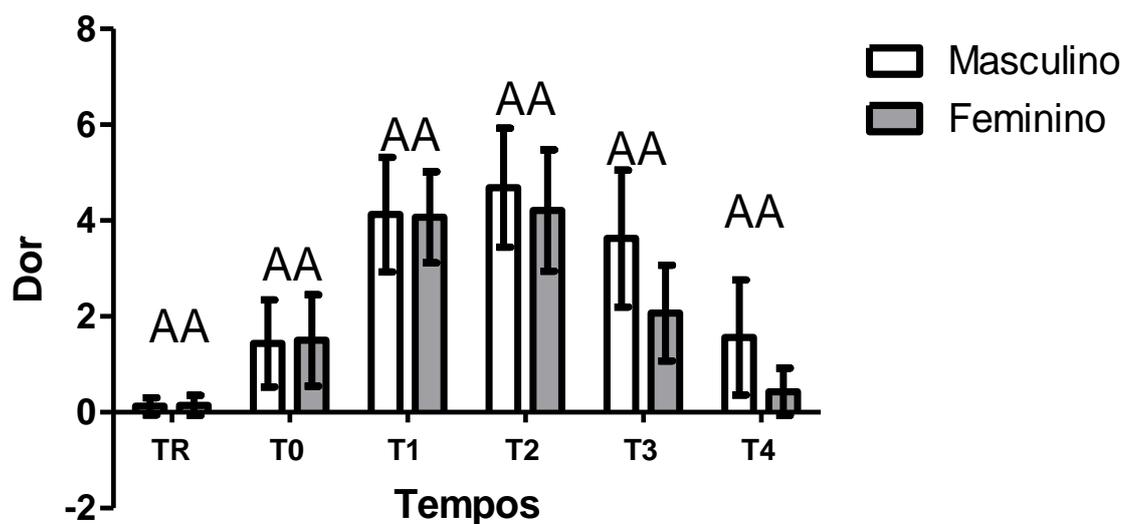


Figura 7. Distribuição da dor muscular segundo o sexo e os tempos.

Letras iguais significam ausência de diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$). As barras de erro representam duas vezes o erro padrão.

A figura 8 mostra a distribuição da dor muscular ao longo do tempo dentro de cada sexo. No grupo masculino, logo após o treino (T0), houve um aumento significativo da dor. Nas 24 e 48h de recuperação (T1 e T2) a resposta de dor aumentou significativamente ($p < 0,05$). A partir do terceiro dia após o treino (T3 e T4), os valores de dor começaram a diminuir, porém, não recuperaram os valores iniciais de dor (TR). O mesmo comportamento aconteceu com o grupo feminino. Entretanto, no último dia de avaliação (T4) os valores de dor chegaram a coincidir com os iniciais (TR). Portanto, parece que a recuperação da dor muscular tardia é mais rápida para as mulheres.

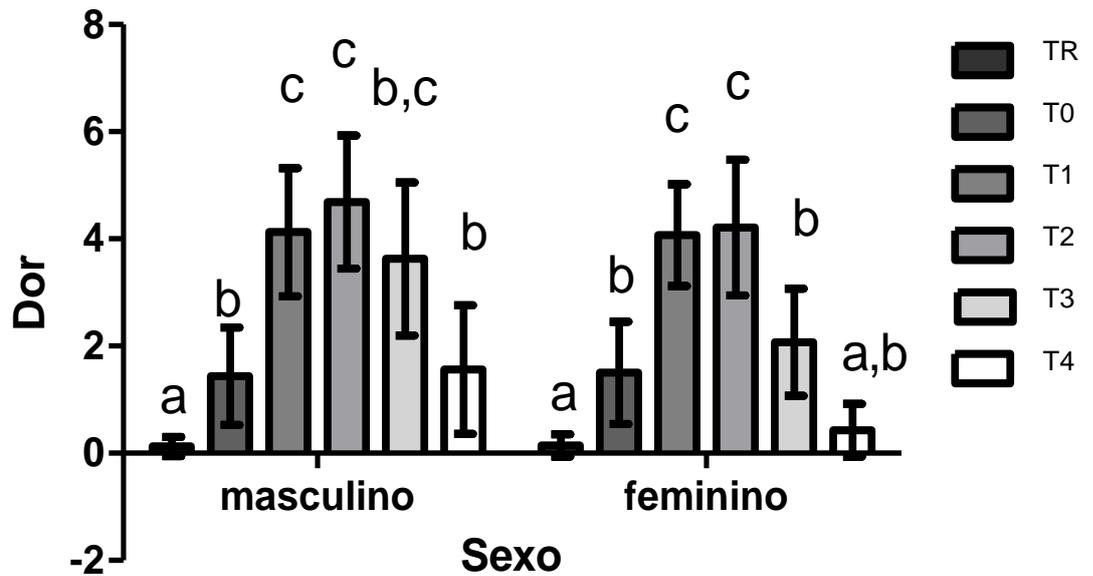


Figura 8. Distribuição da dor muscular segundo os tempos e o sexo.

Letras diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre os diferentes tempos para o mesmo sexo. As barras de erro representam duas vezes o erro padrão.

Tabela 4. Distribuição da dor muscular tardia nos indivíduos segundo o sexo e os tempos. Valores expressos em termos de média \pm erro padrão.

	MASCULINO		FEMININO	
TR	0,1250 \pm 0,0854	A;a	0,1430 \pm 0,0970	A;a
T0	1,4380 \pm 0,4279	A;b	1,5000 \pm 0,4416	A;b
T1	4,1250 \pm 0,5618	A;c	4,0710 \pm 0,4381	A;c
T2	4,6870 \pm 0,5825	A;c	4,2140 \pm 0,5853	A;c
T3	3,6250 \pm 0,6701	AA;b,c	2,0710 \pm 0,4625	A;b
T4	1,5630 \pm 0,5625	A;b	0,4290 \pm 0,2276	A;a,b

Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo sexo para os diferentes tempos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$).

4.4 Volume da Sessão de Treinamento

A figura 9 apresenta a distribuição do número de repetições realizadas, em cada série, nos diferentes sexos. O número de repetições realizadas por série foi diminuindo até a quarta série. Após a redução em 20% da carga de 10RM o número de repetições subiu e voltou a cair nas séries seguintes. Esse comportamento ocorreu em ambos os sexos.

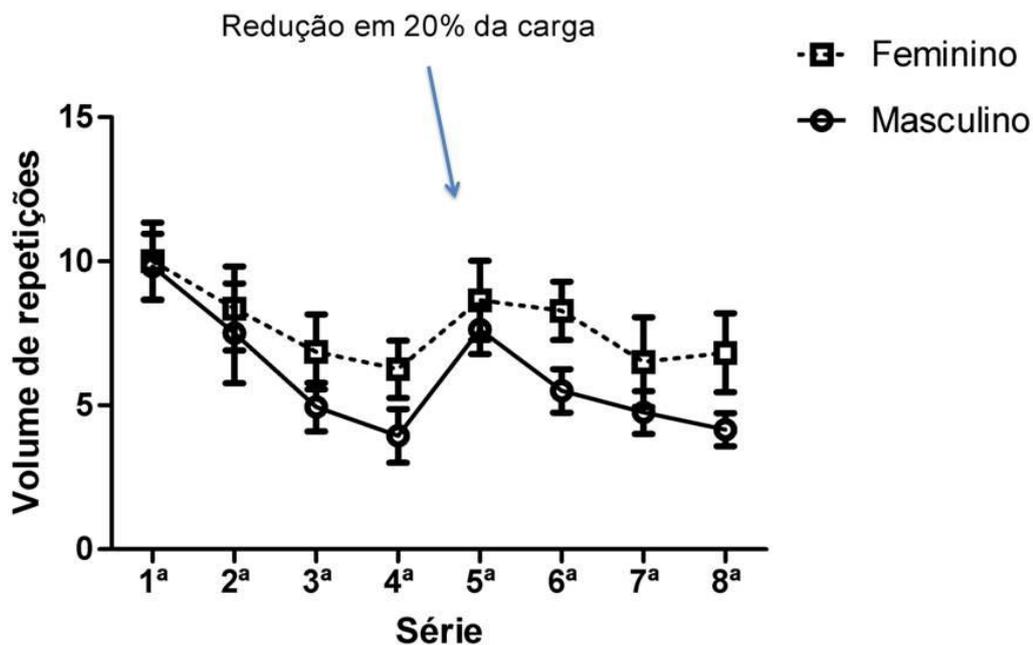


Figura 9. Distribuição do número de repetições, em cada série, nos diferentes sexos.

As barras de erro representam duas vezes o erro padrão para mais ou para menos, em relação à média, o ponto do gráfico.

Tabela 5 - Distribuição do número de repetições, em cada série, nos diferentes sexos. Valores expressos em termos de média \pm erro padrão.

	Masculino			Feminino		
1	9,813	\pm 0,5379	A;a	10,000	\pm 0,6202	A; a
2	7,500	\pm 0,8152	A,B;a	8,357	\pm 0,6741	A,B; a
3	4,938	\pm 0,3976	B;a	6,857	\pm 0,6032	B;b
4	3,938	\pm 0,4375	B;a	6,250	\pm 0,4592	B;b
5	7,625	\pm 0,3966	A,B;a	8,643	\pm 0,6343	A,B;a
6	5,500	\pm 0,3536	B;a	8,286	\pm 0,4680	A,B;b
7	4,750	\pm 0,3476	B;a	6,500	\pm 0,7206	B;a
8	4,156	\pm 0,2689	B;a	6,821	\pm 0,6325	B;b

Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística para a mesma série, entre os sexos ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatística para o mesmo sexo, nas diferentes séries ($p < 0,05$).

A figura 10 apresenta a distribuição do volume de repetições realizadas na sessão de treino segundo o sexo. O grupo feminino realizou um número de repetições significativamente maior do que o grupo masculino.

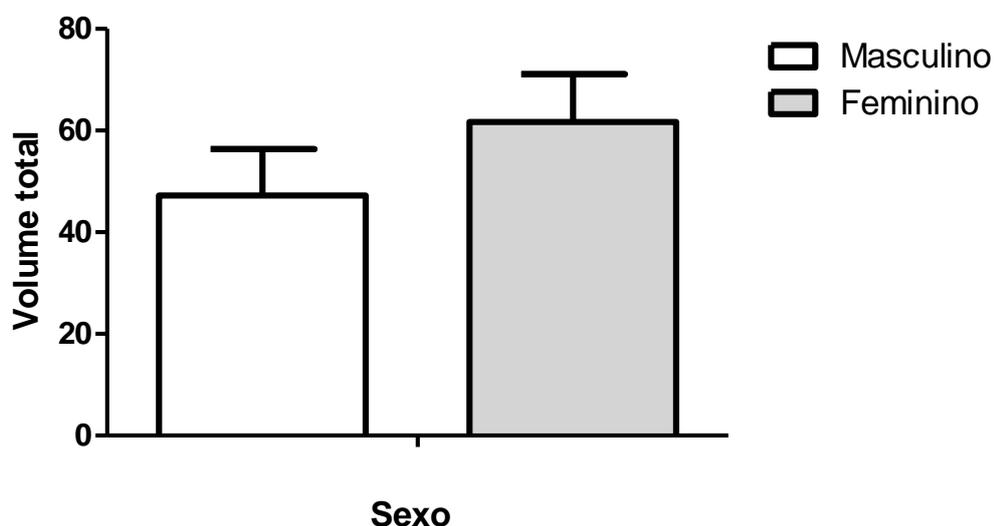


Figura 10. Distribuição do volume de repetições segundo o sexo.

As barras de erro representam duas vezes o erro padrão.

CAPÍTULO V

5. Discussão

A perda de força muscular é talvez a mais válida e confiável medida indireta de dano muscular e tem sido utilizada em inúmeros estudos relacionados ao tema (Clarkson and Hubal, 2002). Os achados do presente estudo mostraram que 96 horas após o treino não foram suficientes para que ocorresse uma recuperação significativa do PT dos indivíduos avaliados. Esse comportamento foi o mesmo para os dois sexos, não havendo diferenças significativas nos valores de PT relativos entre os sexos em cada momento.

No estudo de Paschalis et al. (2005) jovens destreinados realizaram protocolos de exercício excêntrico isocinético para o quadríceps. Um dos protocolos, o de alta intensidade, se parece com o do presente estudo e consistiu em 12 séries de dez repetições máximas. O PT excêntrico e isométrico foi analisado antes do exercício, 24, 48, 72 e 96 horas após o treino, período também similar ao deste estudo. Assim como os resultados aqui encontrados, quatro dias não foram suficientes para a recuperação total do desempenho muscular no estudo de Paschalis et al. (1995). Outros estudos, avaliando períodos iguais ou maiores, observaram respostas similares de recuperação muscular em amostras também destreinadas (Rinard et al., 1999; Sewright et al., 2008).

Newton et al. (2008) compararam as respostas de dez séries de seis contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo entre homens treinados e destreinados. Antes, imediatamente depois, e por cinco dias após a sessão de exercício, foram comparadas as mudanças na força isométrica máxima e no torque isocinético entre outros indicadores. O grupo treinado apresentou quedas significativamente menores na função muscular e a recuperaram mais rapidamente do que o grupo destreinado. O torque isométrico do grupo treinado retornou aos valores iniciais no terceiro dia após o exercício, enquanto o grupo destreinado ainda permanecia com débito de 40% no quinto dia após o exercício. Uma possível justificativa para esta questão é a de que estímulos de exercício repetidos geram danos musculares cada vez menores (Chen, 2003). Nesse sentido, para indivíduos destreinados, qualquer estímulo será sempre um estímulo novo e o dano muscular será mais evidente do que nos indivíduos treinados.

Na comparação entre gêneros, Rinard et al. (2000) também não encontraram diferenças na perda e recuperação da força muscular isométrica após 70 contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo. Mesmo utilizando um protocolo de treinamento bastante intenso e até mesmo incoerente com a realidade dos centros de treinamento, o suposto efeito protetor feminino não apareceu. Vale ressaltar que a amostra do estudo citado foi composta de 82 homens e 83 mulheres. Sewright et al. (2008), também examinaram as diferenças entre gêneros após duas séries de 25 contrações excêntricas máximas de flexão de cotovelo, realizadas em uma prancha modificada e guiada pelo investigador. Até o décimo dia de avaliação, não houve diferenças entre os sexos na perda de força por contração voluntária máxima (CVM), com exceção da análise feita logo após o exercício. Nesse momento, a perda foi significativamente mais acentuada nas mulheres ($57,8 \pm$

19,1% para as mulheres e $50,4 \pm 16,9\%$ para os homens). Esse resultado não era esperado, tendo em vista que a queda na força observada logo após o exercício se dá mais pela fadiga do que pelo dano muscular que ainda está sendo efetivado. E quando se trata de fadiga, sabe-se que o sexo feminino apresenta maior resistência do que o masculino (Pincivero *et al.*, 2000; Hunter *et al.*, 2004). Uma das justificativas do estudo para esses resultados é o grau de atividade física dos homens que, socialmente, é maior que o das mulheres. Talvez, por esse motivo, eles tenham apresentado um efeito protetor, como se estivessem mais adaptados ao estímulo fornecido.

Outro estudo interessante e com grande aplicação prática é o de Byrne, Eston, & Edwards (2001). Nesse estudo, cinco homens e três mulheres destreinados realizaram dez séries de dez repetições de agachamento com barra com carga de 70% da massa corporal. Ao longo de sete dias, foi avaliado o efeito desse protocolo de exercício na força muscular do quadríceps em ações excêntricas, concêntricas e isométricas, além do desempenho em saltos verticais. A perda de força foi similar na magnitude e na recuperação para os três tipos de força, sugerindo que as ações musculares sofrem um impacto similar ao dano muscular (20% 1h após o treino, 13% após quatro dias e 5% após sete dias). Em relação aos saltos verticais, até o terceiro dia de recuperação houve redução significativa no desempenho, sendo que o salto do tipo *squat* foi o mais afetado.

Em face do exposto, percebe-se que não há diferenças entre gêneros na perda de força muscular induzida por exercícios resistidos. Parece que a força é bastante comprometida e a sua recuperação prolongada, após sessões de treinamento intensas. Assim, os profissionais devem ter precaução ao planejar o treinamento resistido concomitante com outras modalidades, a fim de que o desempenho se mantenha e o praticante possa aproveitar toda sua capacidade sem queda no volume de treinamento.

Em relação ao inchaço muscular, a ressonância magnética é considerada o método padrão para medidas de espessura muscular. Porém, a ultrasonografia pode ser uma alternativa de menor custo (Nosaka & Newton, 2002) e que também é validada para esta finalidade (Bemben, 2002). Por esses motivos, o aparelho de ultrassom foi utilizado na realização do presente trabalho. Entretanto, até o presente momento, somente um estudo utilizando a espessura muscular por imagem de ultrassom como indicador de dano muscular (Nosaka & Newton, 2002) foi encontrado.

Neste estudo, a análise estatística do coeficiente de correlação intraclasse feita com as medidas de ultrassom mostrou que os valores registrados são de elevada confiança. Isso fornece fidedignidade aos resultados, permitindo uma interpretação correta. Assim como o PT, não houve diferenças significativas entre os gêneros na resposta de inchaço muscular avaliada em cada momento. O pico de inchaço ocorreu logo após a realização do treino para os dois grupos. Para as mulheres a espessura muscular permaneceu elevada durante todo o período de avaliação, enquanto para os homens, dois dias após o treino a espessura diminuiu significativamente, porém, não retornou aos valores iniciais.

No estudo de Newton *et al.* (2008) foi avaliada a circunferência do braço, uma outra forma de mensuração, porém, bem menos confiável. Após dez séries de seis contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo o grupo de indivíduos treinados apresentou aumento da circunferência do

braço significativamente menor do que os destreinados. Até cinco dias após o exercício nenhum dos dois grupos estudados recuperou 100% do inchaço muscular. Entretanto, no grupo destreinado, o aumento da circunferência foi progressivo, juntamente com o tempo de avaliação, sendo o último dia (5º dia) o momento de maior inchaço (16mm). Já no grupo treinado, o pico de inchaço ocorreu um dia após a realização do exercício (5mm).

Lavender & Nosaka (2008) também avaliaram o inchaço dos flexores de cotovelo por circunferência do braço. Eles compararam o impacto de seis séries de cinco repetições excêntricas a 40% da contração voluntária máxima (MVC) entre homens jovens e de meia-idade. A amostra foi composta por homens ativos em nível recreacional e avaliada nos seguintes momentos: antes da sessão de exercício, imediatamente após e nos quatro dias seguintes. Verificou-se que não houve diferenças significativas entre os grupos nas mudanças na circunferência do braço após a sessão de exercício. Para toda a amostra, o pico de inchaço muscular foi verificado no último dia de avaliação.

Nosaka & Newton (2002) utilizaram o aparelho de ultrassom e a medida de circunferência do braço para verificar a espessura muscular em resposta a duas intensidades de exercício excêntrico para os flexores de cotovelo. Os protocolos foram compostos de três séries de dez ações excêntricas, porém com um dos braços a intensidade foi máxima e com o outro submáxima. As mudanças na circunferência do braço coincidiram com as mudanças na espessura muscular por imagem de ultrassom. Houve um inchaço significativo logo após o treino para as duas intensidades (~5mm na ultrassonografia). Com o protocolo máximo o inchaço continuou aumentando e no quarto dia de recuperação atingiu seu pico (~5,9mm). Já o inchaço induzido pelo protocolo submáximo chegou a um valor bem menor (~1,3mm). Portanto, pôde-se concluir que a magnitude do dano induzido pelo protocolo submáximo foi significativamente menor e sua recuperação foi significativamente mais rápida do que o exercício realizado com carga máxima. Os valores absolutos encontrados por Nosaka & Newton (2002) condizem com os resultados do presente estudo. De acordo com a tabela 7 (ANEXO III), houve um aumento da espessura muscular de 4,43mm para as mulheres e 2,03mm para os homens, no instante logo após o treino (T0). Diferentemente do estudo citado, a partir desse momento o inchaço começou a reduzir, porém, não o suficiente para retornar aos níveis iniciais (TR).

Apesar de reduzida, a literatura apresentada, juntamente com os resultados encontrados neste estudo, sugerem que o inchaço muscular, de fato, ocorre e possui um efeito prolongado. Essa informação pode ser útil para treinadores, pois uma musculatura inchada pode prejudicar a biomecânica dos movimentos e interferir no desempenho dos atletas. Por esse motivo, não se recomenda uma sessão de treinamento resistido intensa em um momento próximo de uma competição, por exemplo.

Assim como os outros indicadores avaliados neste estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos na resposta de dor muscular tardia em cada momento. O pico de dor ocorreu para os dois grupos nas 48h após o treino. Entretanto, as mulheres se recuperaram mais rápido do que os homens, retornando aos valores iniciais no quarto dia de avaliação.

No estudo de Newton et al. (2008) foram comparadas as respostas ao exercício excêntrico intenso de flexores de cotovelo entre homens treinados e destreinados. Os sujeitos realizaram dez

séries de seis contrações excêntricas máximas em um dinamômetro isocinético. Antes, imediatamente depois e por cinco dias após o exercício, foram comparadas as mudanças nos indicadores de dano muscular. Para a dor tardia não foram evidenciadas diferenças na resposta entre os grupos treinados e destreinados.

Hackney et al. (1993) estudaram o efeito de uma sessão de treinamento resistido para o corpo todo, de alto volume. A amostra foi composta por jovens treinados e destreinados. O protocolo utilizado foi de oito séries de seis repetições em oito exercícios e os indicadores de dano muscular foram mensurados por quatro dias consecutivos após a sessão de treinamento. Os resultados evidenciaram que a dor muscular tardia foi maior nos indivíduos destreinados do que nos treinados, porém, essa diferença não foi significativa.

Paschalis et al. (2005) examinaram as respostas ao exercício excêntrico para o quadríceps de alta e baixa intensidade, com o mesmo volume. Foi analisada a dor muscular tardia, entre outros indicadores, antes do exercício, 24, 48, 72 e 96 horas após o treino. Nenhuma diferença na dor muscular foi observada entre o exercício de alta e o de baixa intensidade. Em um estudo mais recente, Uchida et al. (2009) encontraram resultados semelhantes. Foram utilizadas quatro intensidades diferentes no exercício supino reto, com o volume total equalizado. Também não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na resposta de dor muscular tardia. Esses resultados indicam que volumes semelhantes de exercício produzem os mesmos efeitos para a dor, mesmo com intensidades diferentes.

Na comparação entre gêneros, Rinard et al. (2000) também não encontraram diferenças para a dor muscular tardia. Neste estudo o pico de dor ocorreu nas 32h após o treino e a curva de recuperação foi semelhante para os dois sexos. Somente no sexto dia de avaliação os valores de dor se aproximaram dos iniciais. Talvez, o motivo para essa recuperação demorada seja o protocolo de exercício, que foi demasiadamente intenso, com 70 contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo.

Corroborando os resultados apresentados por este estudo, Dannecker et al. (2005) não detectaram diferenças entre sexos na dor muscular em 24 e 48 horas após a flexão de cotovelo excêntrica. Além disso, verificaram a influência das fases do ciclo menstrual e do uso de contraceptivo oral na resposta de dor muscular e também não encontraram diferenças na manifestação de dor. Sewright et al. (2008) também não verificaram diferenças entre homens e mulheres para a dor muscular tardia após exercício excêntrico de alta intensidade em uma grande amostra. O protocolo realizado foi de duas séries de 25 contrações excêntricas máximas de flexão de cotovelo e as avaliações foram realizadas até dez dias após o treino, sendo que o pico de dor ocorreu no terceiro dia.

De acordo com a literatura apresentada e os resultados encontrados, parece que, para estímulos semelhantes de exercício, não existem diferenças na resposta de dor muscular tardia. Entretanto, no presente estudo, assim como na maioria dos estudos sobre o tema, a dor muscular foi avaliada por escala análoga visual que, por ser uma análise subjetiva, costuma apresentar uma

grande variabilidade entre os sujeitos. Talvez, devido a essa pouca precisão do método de avaliação as supostas diferenças não tenham sido evidenciadas.

Apesar de o objetivo do estudo não ser a verificação das diferenças entre os sexos no volume de repetições realizadas no protocolo de exercício, esta variável não pode ser ignorada. Os resultados mostraram que as mulheres realizaram um volume de repetições significativamente maior do que os homens. Apesar de indesejado, isso já era esperado, pois as mulheres apresentam uma maior resistência à fadiga (Hunter, Critchlow, Shin et al., 2004; D. G. Pincivero, WS; Sterner, RL; Karunakara, RG., 2000b). Para uma mesma intensidade e um mesmo intervalo de recuperação entre séries, as mulheres conseguem completar um número maior de repetições (Wust et al., 2008), talvez por conta do menor torque relativo produzido. Alguns estudos procuraram desvendar as razões para essas diferenças e dentre os principais achados destacam-se a maior ativação neural, a maior concentração de testosterona e a maior quantidade de fibras do tipo II dos homens (Esbjornsson-Liljedahl et al., 1999; Hunter, Critchlow, Shin et al., 2004; Komi & Karlsson, 1978). Entretanto, as condições ideais para pesquisa seriam ambos os sexos realizando o mesmo volume de repetições. Desta forma, os resultados poderiam ser interpretados com mais certeza, pois todo o estímulo fornecido no protocolo de exercício seria igual para cada grupo.

Coincidentemente ou não, as pequenas diferenças temporais encontradas na manifestação de dor tardia e inchaço muscular entre os gêneros, apresentam relação com as características dos estímulos de treinamento tensionais e metabólicas, respectivamente. Nos métodos tensionais, a hipertrofia é gerada por estímulos mecânicos provenientes do uso de altas cargas, com grande potencial de microlesões e conseqüente dor muscular tardia. Já nos metabólicos, a hipertrofia é induzida por meio de alterações nas condições metabólicas locais, com cargas mais baixas e volumes maiores de treinamento, podendo provocar inchaço muscular (Antonio & Gonyea, 1993; Takarada et al., 2000). No presente estudo, os homens, que produziram maior força e menor volume durante o protocolo de exercício, apresentaram uma dor muscular tardia mais longa. E as mulheres, que realizaram menos força e um volume de treinamento maior, tiveram uma resposta de inchaço muscular mais demorada. Portanto, como sugestão, seria interessante a realização de um estudo similar a esse, com o cuidado de equalizar o volume de repetições realizadas pelos homens e pelas mulheres.

CAPÍTULO VI

6. Conclusão

I. O presente estudo não reportou diferenças significativas ($P > 0,05$) na redução da força muscular do pós-treino entre homens e mulheres. Portanto, a hipótese I foi aceita.

II. Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) no aumento da dor muscular tardia do pós-treino entre homens e mulheres. Portanto, a hipótese II foi aceita.

III. Também, não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) no aumento do inchaço muscular do pós-treino entre homens e mulheres. Portanto, a hipótese III também foi aceita.

IV. Foram encontradas diferenças temporais significativas ($P < 0,05$) na manifestação desses indicadores entre homens e mulheres. Portanto, a hipótese de número IV foi rejeitada.

Em síntese, quando considerada a magnitude dos indicadores avaliados no estudo, homens e mulheres tiveram uma resposta similar de dano muscular. Em relação ao tempo de curso ou duração dos efeitos, também houve uma similaridade na recuperação da força entre os sexos. Entretanto, os homens apresentaram uma dor muscular tardia mais prolongada e as mulheres um inchaço muscular mais duradouro.

Mesmo com essas pequenas diferenças temporais na recuperação muscular, os resultados do presente estudo não justificam uma prescrição diferenciada de frequências de treinamento entre homens e mulheres. Porém, permitem que sejam feitos planejamentos e periodizações de treinamentos mais coerentes com o calendário de provas de atletas ou compromissos de praticantes. É possível, por exemplo, planejar um período de treinamento onde o dano muscular gerado em uma sessão não interfira de forma negativa no desempenho do treino seguinte. Ao respeitar o período de recuperação muscular evitam-se excessos prejudiciais à saúde e ao desempenho. Essa condição pode contribuir para uma melhor adesão à atividade física, uma vez que garante uma prática contínua e segura.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar como voluntário de uma pesquisa, que será descrita a seguir. Caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento em duas vias. Uma delas é sua e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Informações sobre a pesquisa:

Título do Projeto: **“DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO TREINAMENTO DE FORÇA: DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS”**;

Pesquisadores participantes: Prof. Dr. Martim Bottaro e Mestranda Débora Flores da Fonseca;

Pesquisador Responsável: Débora Flores da Fonseca;

Telefone do pesquisador responsável: (61) 3245-4250/9961-4739;

Endereço do pesquisador responsável: SQS 112 BL K APT 202;

Telefone do Comitê de Ética em Pesquisa: 3307-2276.

Esclarecimentos sobre o projeto

Alguns estudos reportaram haver uma diferença entre gêneros no dano muscular induzido pelo exercício resistido. No entanto, há controvérsias sobre essa questão e não estão claras as justificativas para essa variabilidade na resposta.

Assim, o estudo tem como objetivo investigar a influência do treinamento resistido no dano muscular em mulheres e homens jovens destreinados.

Para um melhor entendimento dos acontecimentos experimentais nos dias de testes, segue abaixo um resumo da ordem dos procedimentos.

Primeiro dia:

Esclarecimento sobre as condições do experimento – assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido;

Anamnese e avaliação de peso e estatura;

Teste de 10RM no exercício rosca bíceps unilateral com halter no banco Scott.

Segundo dia:

Reteste de 10RM, com 72 horas de intervalo do teste.

Terceiro dia:

Medidas pré-treino, no mínimo 72 horas após o reteste de 10RM: avaliação do nível de dor muscular por escala subjetiva, inchaço muscular por imagem de ultra-som e pico de torque no dinamômetro isocinético, nesta ordem;

Realização do protocolo de exercício resistido, que consistirá em oito séries de repetições máximas com a carga encontrada nos testes;

Medidas uma hora após o término do treino.

Quarto ao sétimo dia:

Medidas 24, 48, 72 e 96 horas após a sessão de treino.

Riscos e possíveis desconfortos

Como os testes de carga e o protocolo são de intensidade alta, estamos recrutando apenas pessoas que não tenham históricos de lesões que possam ser agravadas, como lesões recentes e/ou não completamente curadas no cotovelo e ombro. Um dos possíveis desconfortos decorrentes do estudo são as dores musculares tardias, sintomas que desaparecem dentro de dois a três dias.

Benefícios esperados

Os dados obtidos no estudo podem trazer benefícios aos praticantes de musculação e atletas por possibilitar um planejamento e uma distribuição semanal de treino mais adequados, além de nos trazer conhecimentos sobre os efeitos dos exercícios resistidos no dano muscular.

Responsabilidade dos pesquisadores

O pesquisador responsável suspenderá a pesquisa imediatamente se perceber algum risco ou dano à saúde do participante, tanto os previstos quanto os não previstos neste termo. O pesquisador assumirá a responsabilidade de dar assistência integral e indenização às complicações e danos decorrentes do estudo, além de assumir o custeio de todas as despesas referentes ao mesmo.

Responsabilidade dos participantes

Apresentar um atestado médico e estar no local dos testes nos dias e horários marcados. Informar aos pesquisadores qualquer desconforto que por acaso venha a perceber.

Resultados obtidos

As informações obtidas neste experimento poderão ser utilizadas como dados de pesquisa científica, podendo ser publicadas e divulgadas, sendo resguardada a identidade dos participantes. Os participantes do estudo terão informações sobre as alterações promovidas pelo treinamento e serão orientados por um professor de Educação Física com relação às formas de potencializar os resultados com a prática do exercício resistido.

Liberdade de consentimento

A sua permissão para participar desta pesquisa é voluntária. Você estará livre para negá-la ou para, em qualquer momento, desistir se assim desejar.

Consentimento da participação da pessoa como sujeito

Declaro ter lido este termo de consentimento e compreendido os procedimentos nele descritos. Informo também que todas as minhas dúvidas foram respondidas de forma clara. Desta forma, aceito participar da pesquisa “DANO MUSCULAR INDUZIDO PELO TREINAMENTO DE FORÇA: DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS”.

Nome do voluntário: _____

Assinatura: _____

Documento de identidade: _____

Local e data _____

Assinatura: _____

ANEXO II
Parecer de Aprovação do Comitê de Ética



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE MEDICINA
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro de Projeto: CEP-FM 007/2009.

Título: “Efeitos do exercício resistido no dano muscular em diferentes populações.”

Pesquisador Responsável: Débora Flores da Fonseca.

Documentos analisados: Folha de rosto, carta de encaminhamento, declaração de responsabilidade, protocolo de pesquisa, termo de consentimento livre e esclarecido, cronograma, bibliografia pertinente e currículo (s) de pesquisador (es).

Data de entrega: 14/01/2009.

Proposição do (a) relato (a)

Aprovação

Não aprovação.

Data da primeira análise pelo CEP-FM/UNB: 14/03/2009.

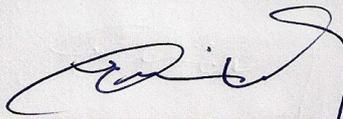
Data do parecer final do projeto pelo CEP-FM/UNB: 20/05/2009.

PARECER

Com base na Resolução CNS/MS nº 196/96 e resoluções posteriores, que regulamentam a matéria, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília decidiu **APROVAR** “*ad referendum*”, conforme parecer do (a) relator (a) o projeto de pesquisa acima especificado, quanto aos seus aspectos éticos.

1. Modificações no protocolo devem ser submetidas ao CEP, assim como a notificação imediata de eventos adversos graves;
2. O (s) pesquisador (es) deve (m) apresentar relatórios periódicos do andamento da pesquisa ao CEP-FM.

Brasília, 26 de Maio de 2009.


Prof. Elaine Maria de Oliveira Alves
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
Faculdade de Medicina-UnB

ANEXO III

Tabela 6. Distribuição do pico de torque (N.m) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo. Valores absolutos expressos em termos de média \pm erro padrão.

	MASCULINO	FEMININO
TR	66,43 \pm 3,23 B; a	31,74 \pm 1,47 A;a
T0	49,37 \pm 2,76 B; b	24,19 \pm 1,24 A; b
T1	57,43 \pm 2,33 B; a,b	27,31 \pm 1,14 A; a,b
T2	58,37 \pm 2,45 B; a,b	28,24 \pm 1,26 A; a,b
T3	59,96 \pm 2,65 B; a,b	28,10 \pm 1,30 A; a,b
T4	61,55 \pm 2,47 B;b	28,10 \pm 1,04 A; a,b

Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo sexo para os diferentes tempos ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$).

Tabela 7. Distribuição da espessura muscular (mm) nos indivíduos segundo o sexo e o tempo.

Valores absolutos expressos em termos de média \pm erro padrão.

	MASCULINO	FEMININO
TR	26,30 \pm 0,43 A;a	38,15 \pm 0,85 B;a
T0	28,33 \pm 0,51 A;a	42,68 \pm 0,97 B;a
T1	27,78 \pm 0,42 A;a	40,91 \pm 0,83 B;a
T2	27,74 \pm 0,38 A;a	40,02 \pm 0,87 B;a
T3	27,26 \pm 0,37 A;a	39,66 \pm 0,92 B;a
T4	27,81 \pm 0,38 A;a	39,54 \pm 0,88 B;a

Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo sexo para os diferentes tempos ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatística no mesmo tempo para os diferentes sexos ($p < 0,05$).

Referências Bibliográficas

- Abt, J. P., Sell, T. C., Laudner, K. G., McCrory, J. L., Loucks, T. L., Berga, S.L., et al. (2007). Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(7), 901-907.
- Allen, D. G. (2001). Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiol Scand*, 171(3), 311-319.
- Amelink, G. J., & Bar, P. R. (1986). Exercise-induced muscle protein leakage in the rat. Effects of hormonal manipulation. *J Neurol Sci*, 76(1), 61-68.
- Antonio, J., & Gonyea, W. J. (1993). Progressive stretch overload of skeletal muscle results in hypertrophy before hyperplasia. *J Appl Physiol*, 75(3), 1263-1271.
- Bar, P. R., Amelink, G. J., Oldenburg, B., & Blankenstein, M. A. (1988). Prevention of exercise-induced muscle membrane damage by oestradiol. *Life Sci*, 42(26), 2677-2681.
- Bemben, M. G. (2002). Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. *J Strength Cond Res*, 16(1), 103-108.
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Champaign: IL: Human Kinetics.
- Byrne, C., Eston, R. G., & Edwards, R. H. (2001). Characteristics of isometric and dynamic strength loss following eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*, 11(3), 134-140.
- Chen, T. C. (2003). Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity. *Eur J Appl Physiol*, 89, 115-121.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2001). Are women less susceptible to exercise-induced muscle damage? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 4(6), 527-531.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*, 81(11 Suppl), S52-69.
- Dannecker, E. A., Hausenblas, H. A., Kaminski, T. W., & Robinson, M. E. (2005). Sex differences in delayed onset muscle pain. *Clin J Pain*, 21(2), 120-126.
- Davies, G. H., B; Brinks, K. . (2003). *Test interpretation*. In *Isokinetics in human performance*. Champaign.
- Eckerson, J. M. (2000). Gender differences in isokinetic strength. In L. E. Brown (Ed.), *Isokinetics in human performance* (1 ed., pp. 339-357). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Elliott, K. J., Cable, N. T., & Reilly, T. (2005). Does oral contraceptive use affect maximum force production in women? *Br J Sports Med*, 39(1), 15-19.
- Esbjornsson-Liljedahl, M., Bodin, K., & Jansson, E. (2002). Smaller muscle ATP reduction in women than in men by repeated bouts of sprint exercise. *J Appl Physiol*, 93(3), 1075-1083.
- Esbjornsson-Liljedahl, M., Sundberg, C. J., Norman, B., & Jansson, E. (1999). Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. *J Appl Physiol*, 87(4), 1326-1332.
- Evans, W. J. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 12-17.
- Fleck, S. (2004). *Designing Resistance Training Programs*. Champaign.
- Friden, J., Sjostrom, M., & Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med*, 4(3), 170-176.
- Gibala, M. J., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., Stauber, W. T., & Elorriaga, A. (1995). Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *J Appl Physiol*, 78(2), 702-708.
- Golberg, L., Elliot, D. L., Schultz, R. W., & Kloster, F. E. (1984). Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *JAMA*, 252, 504-506.
- Goldberg, A. P. (1989). Aerobic and resistive exercise modify risk factors for coronary heart disease. *Med Sci Sports Exerc*, 21(6), 669-674.
- Gutin, B., & Kasper, M. J. (1992). Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention? A review. *Osteoporos Int*, 2(2), 55-69.
- Hackney, K. J., Engels, H. J., & Gretebeck, R. J. (2008). Resting energy expenditure and delayed-onset muscle soreness after full-body resistance training with an eccentric concentration. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1602-1609.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, 171(1), 51-62.
- Hakkinen, K., & Pakarinen, A. (1993). Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *J Appl Physiol*, 74(2), 882-887.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Hannonen, P., Hakkinen, A., Airaksinen, O., Valkeinen, H., et al. (2002). Effects of strength training on muscle strength, cross-sectional area, maximal

electromyographic activity, and serum hormones in premenopausal women with fibromyalgia. *J Rheumatol*, 29(6), 1287-1295.

- Hald, R. D., & Bottjen, E. J. (1987). Effect of Visual Feedback on Maximal and Submaximal Isokinetic Test Measurements of Normal Quadriceps - and Hamstrings. *J Orthop Sports Phys Ther*, 9(3), 86-93.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Zazulak, B. T. (2008). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport*, 11(5), 452-459.
- Hubal, M. J., Rubinstein, S. R., & Clarkson, P. M. (2007). Mechanisms of variability in strength loss after muscle-lengthening actions. *Med Sci Sports Exerc*, 39(3), 461-468.
- Hunter, S. K., Critchlow, A., & Enoka, R. M. (2004). Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *J Appl Physiol*, 97(5), 1723-1732.
- Hunter, S. K., Critchlow, A., Shin, I. S., & Enoka, R. M. (2004). Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J Appl Physiol*, 96(6), 2125-2132.
- Hurley, B. F., Hagberg, J. M., Goldberg, A. P., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Brennan, R. E., et al. (1988). Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO₂max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc*, 20(2), 150-154.
- Hurley, B. F., & Kokkinos, P. F. (1987). Effects of weight training on risk factors for coronary artery disease. *Sports Med*, 4(4), 231-238.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Anton, A., Garrues, M., Ruesta, M., et al. (2003). Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res*, 17(1), 129-139.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W. J., & Gorostiaga, E. M. (2005). Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *Eur J Appl Physiol*, 94(1-2), 70-75.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40(3), 497-504.
- Janse de Jonge, X. A. k. (2003). Effect of menstrual cycle on exercise performance. *Sports Med*, 33(11), 833-851.
- Kanehisa, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1994). Comparison of muscle cross-sectional area and strength between untrained women and men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(2), 148-154.

- Kanehisa, H., Okuyama, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1996). Sex difference in force generation capacity during repeated maximal knee extensions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73(6), 557-562.
- Keleman, M. H., Stewart, K. j., & Gillian, R. E. (1986). Circuit weight training in cardiac patients. *J American College of Cardiology*, 7, 38-42.
- Kim, H. J., & Kramer, J. F. (1997). Effectiveness of visual feedback during isokinetic exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 26(6), 318-323.
- Komi, P. V., & Karlsson, J. (1978). Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiol Scand*, 103(2), 210-218.
- Kraemer, W. F., AC. ed. P.J. Maud and C. Foster. (1995.). *Strength testing:Development and evaluation of methodology In Physiological assessment of human fitness*, . Champaign.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., et al. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2), 364-380.
- Lavender, A. P., & Nosaka, K. (2008). Changes in markers of muscle damage of middle-aged and young men following eccentric exercise of the elbow flexors. *J Sci Med Sport*, 11(2), 124-131.
- Layne, J. E., & Nelson, M. E. (1999). The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 25-30.
- McCartney, N. (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 31-37.
- McCormick, K. M., Byrnes, W.C., Clarkson, P.M., Goodyear, L. and Howley, E. . (1985). Menstrual cycle effects on exercise induced changes in muscle soreness, serum creatine kinase and myoglobin. . *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 278.
- McNair, P. J., Depledge, J., Brett Kelly, M., & Stanley, S. N. (1996). Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. *Br J Sports Med*, 30(3), 243-245.
- Newton, M. J., Morgan, G. T., Sacco, P., Chapman, D. W., & Nosaka, K. (2008). Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. *J Strength Cond Res*, 22(2), 597-607.
- Nosaka, K., & Newton, M. (2002). Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. *J Strength Cond Res*, 16(2), 202-208.
- Ostrowski, K. J., Wilson, G. J., Weatherby, R., Murphy, P. W., & Lyttle, A. D. (1997). The Effect of Weight Training Volume on Hormonal Output and Muscular Size and Function. . *J Strength Cond Res*, 11, 148-154.

- Parcell, A. C., Sawyer, R. D., Tricoli, V. A., & Chinevere, T. D. (2002). Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc*, 34(6), 1018-1022.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Jamurtas, A. Z., Mougios, V., & Baltzopoulos, V. (2005). Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *J Strength Cond Res*, 19(1), 184-188.
- Pincivero, D. G., C; Ito, Y. (2002). Gender specific response of knee extensor and flexor torque and fatigue during maximal contractions. *Med Sci Sports Exerc* 34(5).
- Pincivero, D. G., WS; Sterner, RL; Karunakara, RG. (2000a). Gender differences in relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. . *J Strength Cond Res* 14(2), 202-206.
- Pincivero, D. G., WS; Sterner, RL; Karunakara, RG. (2000b). Gender differences in relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. . *J Strength Cond Res*, 14(2), 202-206.
- Pincivero, D. M., Campy, R. M., Salfetnikov, Y., Bright, A., & Coelho, A. J. (2001). Influence of contraction intensity, muscle, and gender on median frequency of the quadriceps femoris. *J Appl Physiol*, 90(3), 804-810.
- Pincivero, D. M., FACSM., Gandaio, C., & Ito, Y. (2002). Gender specific response of knee extensor and flexor torque and fatigue during maximal contractions. *Med Sci Sports Exerc*, 34(5), Supplement.
- Pincivero, D. M., FACSM., Gandaio, C., & Ito, Y. (2002). Gender specific response of knee extensor and flexor torque and fatigue during maximal contractions. *Med Sci Sports Exerc*, 34(5), Poster
- Pincivero, D. M., Gandaio, C. M., & Ito, Y. (2003). Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol*, 89(2), 134-141.
- Pincivero, D. M., Gear, W. S., Sterner, R. L., & Karunakara, R. G. (2000). Gender differences in relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 14(2), 202-206.
- Rinard, J., Clarkson, P. M., Smith, L. L., & Grossman, M. (2000). Response of males and females to high-force eccentric exercise. *J Sports Sci*, 18(4), 229-236.
- Roth, S. M., Martel, G. F., Ivey, F. M., Lemmer, J. T., Metter, E. J., Hurley, B. F., et al. (2000). High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl Physiol*, 88(3), 1112-1118.

- Sarwar, R., Niclos, B. B., & Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *J Physiol*, 493 (Pt 1), 267-272.
- Sayers, S. P., & Clarkson, P. M. (2001). Force recovery after eccentric exercise in males and females. *Eur J Appl Physiol*, 84(1-2), 122-126.
- Schott, J., McCully, K., & Rutherford, O. M. (1995). The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 71(4), 337-341.
- Sewright, K. A., Hubal, M. J., Kearns, A., Holbrook, M. T., & Clarkson, P. M. (2008). Sex differences in response to maximal eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 40(2), 242-251.
- Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Murray, T. F., Hostler, D. P., Crill, M. T., et al. (2000). Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem*, 48(5), 623-629.
- Staron, R. S., Hikida, R. S., Murray, T. F., Nelson, M. M., Johnson, P., & Hagerman, F. (1992). Assessment of skeletal muscle damage in successive biopsies from strength-trained and untrained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 65(3), 258-264.
- Stewart, K. j., Mason, M., & Keleman, M. H. (1988). Three-year participation in circuit weight-training improves strenght and self-efficacy in cardiac patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 8, 292-296.
- Stupka, N., Lowther, S., Chorneyko, K., Bourgeois, J. M., Hogben, C., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol*, 89(6), 2325-2332.
- Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 86(4), 308-314.
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*, 88(6), 2097-2106.
- Taylor, N. A., Sanders, R. H., Howick, E. I., & Stanley, S. N. (1991). Static and dynamic assessment of the Biodex dynamometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 62(3), 180-188.
- Tiidus, P. M. (2005). Can oestrogen influence skeletal muscle damage, inflammation, and repair? *Br J Sports Med*, 39(5), 251-253.
- Uchida, M., Nosaka, K., Ugrinowitsch, C., Yamashita, A., Martins, E., Moriscot, A., Aoki, M. (2009). Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *Journal of Sports Sciences*, 00(0): 1–9.

- Van Etten, L. M., Verstappen, F. T., & Westerterp, K. R. (1994). Effect of body build on weight-training-induced adaptations in body composition and muscular strength. *Med Sci Sports Exerc*, 26(4), 515-521.
- Wust, R. C., Morse, C. I., de Haan, A., Jones, D. A., & Degens, H. (2008). Sex differences in contractile properties and fatigue resistance of human skeletal muscle. *Exp Physiol*, 93(7), 843-850.