



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ALEX SILVA RIBEIRO

**EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS
SOBRE A FORÇA MÁXIMA, RESISTÊNCIA DE FORÇA E
COMPOSIÇÃO CORPORAL:
ANÁLISE DO DIMORFISMO SEXUAL**

ALEX SILVA RIBEIRO

**EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS
SOBRE A FORÇA MÁXIMA, RESISTÊNCIA DE FORÇA E
COMPOSIÇÃO CORPORAL:
ANÁLISE DO DIMORFISMO SEXUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino.

Londrina
2013

ALEX SILVA RIBEIRO

**EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE A
FORÇA MÁXIMA, RESISTÊNCIA DE FORÇA E COMPOSIÇÃO
CORPORAL:
ANÁLISE DO DIMORFISMO SEXUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias
UPE – Recife -PE

Londrina, 19 de abril de 2013.

Dedico este trabalho a minha família. Aos meus pais Celso e Thelma, pelo amor incondicional que sempre me dedicaram. Ao meu filho Raí, razão maior de iniciar este caminho e de continuar sonhando. A minha companheira Joseane, que sempre acreditou em mim, esteve ao meu lado, assumindo várias de minhas responsabilidades para que tivesse tempo para me dedicar aos estudos e pelo amor que sempre destinou. Ao meu irmão João Paulo pelo carinho que sempre teve.

AGRADECIMENTOS

Uma das principais virtudes do homem é a gratidão, por isso sou grato a várias pessoas que contribuíram para que fosse possível finalizar esta etapa de minha vida.

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida, por me proporcionar força e sabedoria para trilhar o caminho, por todas as bênçãos e pelas pessoas que colocou em meu caminho.

Ao Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, por me abrir as portas acreditando em mim, por proporcionar condições ideais para a realização dos trabalhos, pelos ensinamentos e pelo exemplo a ser seguido.

Aos professores Dr. Leandro Ricardo Altimari e Dr. Raphael Mendes Ritti Dias, por aceitarem o convite para a avaliação deste trabalho, pelas contribuições e pela disposição em ajudar, sempre.

Ao meu parceiro Ademar Avelar por me aceitar nesta empreitada, pelos ensinamentos e convivência e aos companheiros Marçal e Erick que contribuíram muito nas coletas e no treinamento.

A direção do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), e ao Núcleo de Atividade Física (NAFI), pela oportunidade de utilizar a sala de musculação para o treinamento dos participantes.

A todos que ajudaram nas coletas de dados: Bruno, Camila, Crisieli, Evelyn, Gaudêncio, Helena, Júnior Bento, Letícia, Mariana Souza, Matheus, Michele, Nelson, Nicolle Renan, Robson e Victor.

Aos companheiros David Ohara e Danilo Silva, pela colaboração no projeto, pelas conversas, conselhos e amizade. Vocês foram muito importantes para a minha formação.

A todos os participantes do projeto pelo precioso tempo dedicado aos treinamentos, medidas e avaliações e aos membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE), que direta ou indiretamente são responsáveis por uma parcela importante deste trabalho e pelo meu crescimento nesses anos.

Ao CNPq e a CAPES, pelo auxílio financeiro que me possibilitou dedicação exclusiva e aproveitamento pleno do curso.

MUITO OBRIGADO!

RIBEIRO, Alex Silva. **Efeito de 16 semanas de treinamento com pesos sobre a força máxima, resistência de força e composição corporal: análise do dimorfismo sexual.** 2013. 104f. Dissertação (Mestrado em Educação Física). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

O treinamento com pesos (TP) é uma modalidade de exercício físico reconhecida pela capacidade de promover adaptações neuromusculares, morfológicas e metabólicas. No entanto, a magnitude destas adaptações é dependente de vários fatores, entre os quais se destaca o sexo. Entretanto, a influência do dimorfismo sexual sobre as adaptações induzidas pelo TP, ainda, não está totalmente elucidada na literatura. Assim, o propósito do presente estudo foi verificar o efeito do TP sobre a força máxima, resistência de força e composição corporal em homens e mulheres. Para tanto, 31 homens ($22,6 \pm 4,4$ anos, $68,2 \pm 9,5$ kg, $174,0 \pm 7,0$ cm, $22,4 \pm 2,4$ kg/m²) e 33 mulheres ($22,8 \pm 4,0$ anos, $59,0 \pm 12,1$ kg, $162,6 \pm 6,3$ cm, $22,2 \pm 3,6$ kg/m²) foram submetidos a 16 semanas de TP com uma frequência de três sessões semanais em dias alternados. A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de 1-RM nos exercícios supino em banco horizontal (SUP), agachamento (AGA) e rosca direta de bíceps (ROS). A resistência de força foi avaliada nos mesmos exercícios em protocolo composto por quatro séries máximas até a exaustão a 80% de 1-RM. A massa muscular esquelética (MME) foi estimada por meio de medidas antropométricas, a quantidade de água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (ACI) e extracelular (ACE) foram determinadas por bioimpedância espectral. Medidas de massa corporal, estatura e perímetros de braço relaxado, braço contraído, tronco, coxa e panturrilha foram obtidas. Interação significativa grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi identificada no teste de 1-RM somente no exercício SUP, indicando um maior ganho de força para as mulheres (+29%) em relação aos homens (+19%). O número de repetições executadas aumentou com interação grupo vs. tempo significativa ($P < 0,05$) no exercício SUP (homens = +16,9% e mulheres = +19,2%) e no somatório de repetições entre os exercícios (homens = 3,3% e mulheres = +11,3%). Aumentos significantes ($P < 0,05$) foram observados na MME (homens = +1,6% e mulheres = +1,8%); ACT (homens = +7,5% e mulheres = +6,7%); ACI (homens = +8,3% e mulheres = +9,7%); perímetros de braço relaxado (homens = +5,2% e mulheres = +4,8), braço contraído (homens = +4,2% e mulheres = +5,0%), tronco (homens = +1,9% e mulheres = +1,0%) e coxa (homens = +2,2% e mulheres = +3,7%). Os resultados sugerem que embora algumas respostas adaptativas ao TP aparentemente sejam dependentes do sexo, a resposta hipertrófica ao mesmo protocolo de treinamento, quando analisada em valores relativos, ocorre de maneira semelhante em adultos jovens de ambos os sexos.

Palavras-chave: Força muscular. Hipertrofia muscular. Treinamento resistido. Sexo.

Ribeiro, Alex Silva. **Effect of 16 weeks of resistance training on maximal, strength, muscular endurance and body composition: a sexual dimorphism analysis.** 2013. 104f. Thesis (Master of Physical Education). Londrina State University, Londrina, 2013.

ABSTRACT

Resistance training (RT) is a kind of exercise recognized for its ability to promote neuromuscular, morphological and metabolic adaptations. Nevertheless, the magnitude of these adaptations is dependent of some factors, in which the sex of the subject has an important role. However, the influence of the sexual dimorphism on these adaptations is not well established in the literature. Thus, the purpose of the present investigation was to verify the effect of resistance training on maximal strength, muscular endurance and body composition in men and women. Thirty-one men (22.6 ± 4.4 years, 68.2 ± 9.5 kg, 174.0 ± 7.0 cm, 22.4 ± 2.4 kg/m²) and 33 women (22.8 ± 4.0 years, 59.0 ± 12.1 kg, 162.6 ± 6.3 cm, 22.2 ± 3.6 kg/m²) performed 16 weeks of RT, three times per week on alternate days. Muscular strength was evaluated by 1-RM test on bench press (BP), squat (SQ) and arm curl (AC). Muscular endurance was assessed in these exercises by a protocol which consisted at four sets at 80% of 1RM until voluntary exhaustion. The skeletal muscle mass (SMM) was estimated by anthropometric measurements, total body water (TBW) and intracellular body water (IBW) and extracellular body water (EBW) fractions were estimated by spectral impedance bioelectrical. Circumferences of the relaxed arm, contracted arm, torso, thigh and calf were obtained. Significant interaction group vs. time ($P < 0.05$) was observed in BP, in which women showed a higher increase (+29%) than men (+19%). The number of repetitions performed increased with group vs. time interaction ($P < 0.05$) in BP (men = +16.9% and women = +19.2%) and in the sum of repetitions among exercises (men = 3.3% and women = +11.3%). Significant increases ($P < 0.05$) were observed in SMM (men = +1,6% and women = +1,8%); TBW (men = +7.5% and women = +6.7%); IBW (men = +8.3% and women = +9.7%); relaxed arm (men = +5.2% and women = +4.8%), contracted arm (men = +4.2% and women = 5.0%), torso (men = +1.9% and women = +1.0%), and thigh (men = +2.2% and women = +3.67%) girths. The results suggest that although some adaptive responses to TP apparently are dependent on sex, the hypertrophic response at the same training protocol, when analyzed in relative values, occurs similar in young adults of both sexes.

Key-words: Muscular strength. Muscular hypertrophy. Weight training. Sex.

LISTA DE SIGLAS

ACE	água corporal extracelular
ACI	água corporal intracelular
ACT	água corporal total
AGA	agachamento
ANCOVA	análise de covariância
ANOVA	análise de variância
AST	área de secção transversa
ASTB	área de secção transversa do braço
ASTBI	área de secção transversa do bíceps
ASTBR	área de secção transversa do braquial
ASTCX	área de secção transversa da coxa
CBR	circunferência do braço
CF	carga final
CPE	circunferência de peitoral
CPT	circunferência da panturrilha
CT	carga total
DES	desenvolvimento
DEXA	absortometria radiológica de dupla energia
EDC	espessura de dobras cutâneas
EMB	espessura muscular do bíceps
EMI	espessura muscular dos isquiotibiais
EMP	espessura muscular do peitoral
EMT	espessura muscular do tríceps
EMTS	espessura muscular do tríceps sural
EXTC	extensão de cotovelos
EXTJ	extensão de joelhos
FLEC	flexão de cotovelos
FLEJ	flexão de joelhos
FM	fibra muscular
FP	flexão plantar
H	homens
IF	índice de fadiga

IRM	imagem por ressonância magnética
LP	leg press
M	mulheres
M1	momento 1 (pré-treinamento)
M2	momento 2 (após 8 semanas de treinamento)
M3	momento 3 (após 16 semanas de treinamento)
MLG	massa livre de gordura
MME	massa muscular esquelética
NMR	número máximo de repetições
PH	pesagem hidrostática
PUX	puxador alto
RAL	remada alta
RCU	remada curvada
RF	resistência de força
RM	repetições máximas
RU	repetições ultrapassadas
ST	sobrecarga total
SUP	supino em banco horizontal
TE	tamanho do efeito
TP	treinamento com pesos
1-RM	uma repetição máxima
US	ultrassonografia
VM	volume muscular

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Estratégia de busca dos estudos a serem analisados	33
Figura 2.2 - Tamanho do efeito induzido pelo TP sobre indicadores de hipertrofia muscular e de força muscular em homens e mulheres	41
Figura 3.1 - Carga de trabalho da sessão em cada semana nas diferentes etapas	64
Figura 4.1 - Água corporal total, intracelular e extracelular, de homens e mulheres nos diferentes momentos do estudo	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Estudos que investigaram o efeito do TP sobre indicadores da força e hipertrofia muscular em homens e mulheres	34
Tabela 2.2 – Escores da qualidade dos estudos incluídos na revisão.....	40
Tabela 3.1 - este de 1-RM (kg) nos momentos pré e pós-treinamento no supino, agachamento, rosca direta e no somatório dos três exercícios em homens e mulheres	61
Tabela 3.2 - Número máximo de repetições nos momentos pré e pós-treinamento no supino, agachamento, rosca direta e no somatório dos três exercícios em homens e mulheres	62
Tabela 3.3 - Índice de fadiga nos momentos pré e pós-treinamento no supino, agachamento, rosca direta e no somatório dos três exercícios em homens e mulheres	63
Tabela 4.1 - Características gerais da amostra	78
Tabela 4.2 - Consumo de macronutrientes em homens e mulheres no baseline e após 16 semanas de treinamento com pesos	79
Tabela 4.3 - Massa muscular esquelética (kg) de homens e mulheres nos diferentes momentos do estudo.....	80
Tabela 4.4 - Medidas de circunferência (cm) no pré treinamento (M1), após oito semanas (M2) e 16 semanas (M3) de treinamento em homens e mulheres	83

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO 1: PROJETO DE PESQUISA	16
1.1 INTRODUÇÃO	16
1.2 OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
1.3 METODOLOGIA.....	19
1.3.1 Delineamento	19
1.3.2 População em Estudo	19
1.3.3 Variáveis do Estudo	20
1.3.3.1 Antropometria	20
1.3.3.2 Hábitos alimentares	20
1.3.3.3 Força máxima	21
1.3.3.4 Resistência de força e fadiga	22
1.3.3.5 Composição corporal	22
1.3.3.6 Programa de treinamento com pesos	23
1.3.3.7 Tratamento estatístico	24
1.4 CRONOGRAMA	26
REFERÊNCIAS	27
2 CAPÍTULO 2: EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS E MULHERES: UMA REVISÃO DE LITERATURA	30
2.1 RESUMO	31
2.2 INTRODUÇÃO	31
2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	32
2.4 RESULTADOS.....	33
2.5DISCUSSÃO.....	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	48

3 CAPÍTULO 3: EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE FORÇA E RESISTÊNCIA DE FORÇA EM HOMENS E MULHERES	52
3.1 RESUMO	52
3.2 INTRODUÇÃO	53
3.3 MÉTODOS	54
3.3.1 Sujeitos	54
3.3.2 Antropometria	55
3.3.3 Força Máxima	55
3.3.4 Resistência de Força e Índice de Fadiga	56
3.3.5 Treinamento com Pesos	57
3.3.6 Delineamento Experimental	58
3.3.7 Tratamento Estatístico	58
3.4 RESULTADOS	59
3.5 DISCUSSÃO	65
CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69
4 CAPÍTULO 4: EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS E MULHERES	72
4.1 RESUMO	72
4.2 INTRODUÇÃO	72
4.3 MÉTODOS	74
4.3.1 Sujeitos	74
4.3.2 Antropometria	75
4.3.3 Composição Corporal	75
4.3.4 Ciclo Menstrual	75
4.3.5 Hábitos Alimentares	76
4.3.6 Treinamento com Pesos	76
4.3.7 Delineamento Experimental	77
4.3.8 Tratamento Estatístico	77

4.4 RESULTADOS.....	78
4.5 DISCUSSÃO	84
CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS.....	87
5 CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO.....	90
5.1 DISCUSSÃO	90
REFERÊNCIAS.....	93
6 CAPÍTULO 6: CONCLUSÃO.....	95
CONCLUSÃO	96
ANEXOS	96
ANEXO A-Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	97
ANEXO B- Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos.....	99
ANEXO C- Ficha de registro alimentar.....	100
ANEXO D - Ficha de treinamento com pesos (Etapa 1)	103
ANEXO E- Ficha de treinamento com pesos (Etapa 2).....	104

CAPÍTULO 1

PROJETO DE PESQUISA

1.1 INTRODUÇÃO

A prática regular de treinamento com pesos (TP) tem atraído a atenção de diversas populações em virtude dos inúmeros benefícios neuromusculares, metabólicos, fisiológicos e morfológicos que podem ser proporcionados por esse tipo de exercício físico e que favorecem a melhoria do desempenho atlético, da saúde e da estética corporal⁽¹⁾.

Entretanto, as respostas adaptativas ao TP são dependentes de uma série de fatores intrínsecos (idade, sexo, motivação, nível de aptidão física, experiência prévia) e extrínsecos (volume e intensidade, tipo de ação muscular e exercícios) ao treinamento. Considerando as diferenças orgânicas entre homens e mulheres, acredita-se que o fator sexo possa exercer um importante papel sobre diversas adaptações provenientes do TP, tanto em adultos quanto idosos⁽²⁻⁹⁾.

Nesse sentido, com relação aos ganhos de força e hipertrofia muscular, os homens tendem a apresentar melhores respostas ao TP, em termos absolutos, uma vez que a maioria das mulheres possuem menores níveis de força e massa muscular no período pré-treinamento⁽⁹⁻¹¹⁾. Assim, comparações entre os ganhos relativos alcançados por homens e mulheres quando submetidos a TP têm sido adotadas como critério adicional em diversos estudos^(3,4,12-20). Com base nesse tipo de análise, estudos anteriores têm relatado a presença ou a ausência de dimorfismo sexual a partir das respostas adaptativas encontradas em homens e mulheres após diferentes períodos de TP^(4,12,13,16,17,19-29). Além disso, a falta de consenso na literatura sobre a existência ou não de dimorfismo sexual em resposta ao TP se dá, particularmente, com relação a capacidade de resistência a fadiga, uma adaptação de grande relevância para os praticantes uma vez que indivíduos com melhor capacidade podem otimizar a combinação de estímulo mecânico e metabólico que são fundamentais para os processos adaptativos a esse tipo de treinamento⁽³⁰⁾.

Grande parte das diferenças de comportamento observadas nos estudos citados anteriormente, provavelmente, possa ser explicada pelo delineamento experimental adotado, bem como pela ausência de um maior rigor metodológico no controle de algumas variáveis supostamente envolvidas no processo, tais como:

protocolos de treinamento adotados, controle dietético prévio e acompanhamento durante o período experimental, níveis iniciais de aptidão física e de atividade física habitual dos participantes, tempo de intervenção, tratamentos estatísticos utilizados para análise dos dados, familiarização aos testes e protocolos, tamanho da amostra, entre outros.

Portanto, estudos que controlem rigorosamente a maioria das variáveis descritas anteriormente são fundamentais para uma análise consistente das possíveis semelhanças e diferenças nas respostas ao TP entre homens e mulheres. Tais informações podem contribuir sobremaneira para a prescrição e orientação de programas de TP em homens e mulheres e para a tomada de decisão, em particular, daqueles indivíduos que buscam o desenvolvimento de força e melhoria da estética corporal, principalmente, por meio da hipertrofia muscular.

1.2 OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para a presente dissertação foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados a partir da redação de dois ou mais artigos. Portanto, esta dissertação foi composta por uma introdução, seguida de três artigos, sendo uma revisão sistemática e dois artigos originais, oriundos de uma pesquisa de campo conduzida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina. Assim, os objetivos do presente estudo foram analisados a partir da redação dos seguintes artigos a serem submetidos a periódicos indexados, de acordo com a normatização exigida especificamente:

Artigo 1: Efeito do TP sobre indicadores de força e hipertrofia muscular em homens e mulheres: uma revisão sistemática.

Artigo 2: Efeito de 16 semanas de TP sobre indicadores de força e resistência muscular em homens e mulheres.

Artigo 3: Efeito de 16 semanas de TP sobre indicadores de hipertrofia muscular em homens e mulheres.

1.3 METODOLOGIA

1.3.1 Delineamento

A presente dissertação foi desenvolvida a partir de um projeto denominado “*Efeito da suplementação de creatina associada ao treinamento com pesos sobre variáveis morfológicas, metabólicas e de desempenho de indivíduos adultos jovens: uma comparação entre sexos*”. Esse projeto foi desenvolvido em 2012, na Universidade Estadual de Londrina, após ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO A).

Um levantamento bibliográfico foi realizado, preliminarmente, a partir das bases de dados MEDLINE, SCOPUS e SCIELO. A busca pelos estudos disponíveis na literatura até o momento sobre a temática a ser investigada visava identificar possíveis lacunas existentes no conhecimento produzido historicamente e proporcionar fundamentação teórico-científica para subsidiar a discussão do projeto de pesquisa a ser executado. Esse levantamento resultou na redação do primeiro artigo desta dissertação (revisão sistemática).

Posteriormente foram selecionados, a partir de uma série de critérios de inclusão que serão apresentados posteriormente, os sujeitos a serem investigados. Todos os participantes foram medidos, avaliados e submetidos a duas etapas de treinamento com duração de oito semanas cada, intercaladas por duas semanas para a reestruturação do treinamento e reavaliações, configurando assim 16 semanas de intervenção baseada na prescrição de TP. Para realização das medidas e avaliações de desempenho e composição corporal foram destinadas duas semanas nos diferentes momentos do estudo (pré e pós o programa de TP e entre as duas etapas do estudo).

1.3.2 População em Estudo

A população alvo foi composta por adultos jovens de ambos os sexos, em sua maior parte, estudantes da Universidade Estadual de Londrina. A divulgação do projeto para o recrutamento dos participantes foi realizada na própria universidade,

nas dependências do Centro de Educação Física e Esporte. Como critérios de inclusão os sujeitos não deveriam ser vegetarianos, fumantes e/ou etilistas. Além disso, os participantes deveriam ser classificados como sedentários ou moderadamente ativos (atividade física regular inferior a duas vezes na semana), não possuir experiência em TP ou não ter tido envolvimento com este tipo de prática nos seis meses precedentes ao início do estudo e, ainda, não serem ou terem sido usuários de esteróides anabólicos ou suplementação de creatina ao longo dos últimos três meses. As informações quanto ao uso ou não dessas substâncias, das atividades físicas realizadas no cotidiano e da experiência prévia em TP foram obtidas por meio de entrevista prévia individual com todos os voluntários. Como critérios de exclusão foram adotados uma frequência inferior a 75% das sessões de treinamento, em cada etapa do estudo, e/ou a não realização das medidas e avaliações programadas.

1.3.3 Variáveis do Estudo

1.3.3.1 Antropometria

Para a realização das medidas de massa corporal foi utilizada uma balança de plataforma, digital, marca Urano, modelo PS 180A com precisão de 0,1 kg, enquanto a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos na literatura⁽³¹⁾.

1.3.3.2 Hábitos alimentares

Registros alimentares de três dias (Anexo C) foram preenchidos pelos participantes, nas diferentes etapas do estudo, para o monitoramento dos hábitos alimentares. Os três dias da semana determinados para o preenchimento dos registros foram segunda, quinta e domingo. As informações sobre a forma de preenchimento dos registros foram fornecidas individualmente aos participantes por uma nutricionista da equipe, com experiência na utilização desse instrumento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. Todos os participantes foram orientados a não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do

estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinadas por meio do programa para avaliação nutricional Nut Win, versão 1.5.

1.3.3.3 Força máxima

A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino em banco horizontal (SUP), agachamento (AGA) e rosca direta de bíceps (ROS), respectivamente. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos treinamentos com pesos de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos três exercícios foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1-RM. A testagem foi iniciada dois minutos após o aquecimento. Os indivíduos foram orientados para tentarem completar duas repetições. Caso fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa foi executada após um intervalo de recuperação de três a cinco minutos com uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior. Tal procedimento foi repetido novamente em uma terceira e derradeira tentativa, caso ainda não se tenha determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima⁽³²⁾.

Previamente ao início do estudo foi empregado um protocolo de familiarização na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Todos os sujeitos foram testados, em situação semelhante ao protocolo adotado, em quatro sessões distintas intervaladas por períodos de 48 a 72 horas. Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada na tentativa de garantir a eficiência do teste.

1.3.3.4 Resistência de força e fadiga

Um protocolo para avaliação da resistência de força e fadiga foi aplicado 48 horas após a execução dos testes de 1-RM, nos três exercícios descritos anteriormente. A ordem de execução dos exercícios nesse protocolo foi idêntica à adotada durante os testes de 1-RM.

O protocolo consistiu da execução de quatro séries em cada exercício, a 80% de 1-RM, até a exaustão voluntária. Os sujeitos foram orientados para tentar executar o máximo de repetições possíveis em cada uma das séries até que se configurasse uma incapacidade funcional de vencer a resistência oferecida. O intervalo de recuperação entre as séries foi de dois minutos e de transição entre os exercícios de cinco minutos.

Os três exercícios foram precedidos por uma série de aquecimento, no próprio equipamento, de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga estabelecida para cada exercício. A resistência de força foi determinada pelo somatório de repetições nas quatro séries. A taxa de declínio de força entre a primeira e a quarta série de cada exercício foi utilizada como índice de fadiga (IF), de acordo com a equação abaixo, proposta por Sforzo e Touey⁽³³⁾:

$$IF = [(FT_{(1a. \text{ série})} - FT_{(4a. \text{ série})}) / FT_{(1a. \text{ série})}] * 100\%$$

Onde IF = índice de fadiga e FT = força total (carga levantada X número de repetições executadas durante a série).

1.3.3.5 Composição corporal

A quantidade de água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (ACI) e extracelular (ACE) foram estimadas por bioimpedância espectral (Xitron 4200 Bioimpedance Spectrum Analyzer). Os indivíduos foram medidos na posição de decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e dois no pé direito, de acordo com os procedimentos descritos por Sardinha et al.⁽³⁴⁾. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, os sujeitos foram orientados a urinar cerca de 30 min antes da

realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeinadas por no mínimo 48 h e evitar o uso de diuréticos ao longo dos sete dias precedentes a cada avaliação. A determinação da massa muscular esquelética (MME) foi estimada a partir da equação proposta por Lee et al.⁽³⁵⁾ e validada por Gobbo et al.⁽³⁶⁾.

1.3.3.6 Programa de treinamento com pesos

O protocolo de treinamento foi dividido em duas etapas, cada qual com duração de oito semanas consecutivas, intercaladas por duas semanas de intervalo, sem qualquer tipo de treinamento para a reestruturação do programa de treinamento. O protocolo de treinamento nas duas etapas envolveu um programa de TP que foi realizado em três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras).

Na primeira etapa o programa foi composto de 10 exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, sendo adotada uma montagem alternada por segmento. Os exercícios utilizados de acordo com a respectiva ordem de execução foram: supino em banco horizontal, *leg press* 45°, puxador alto, mesa extensora, elevação lateral de ombro, mesa flexora, rosca direta, panturrilha no *leg press* horizontal, tríceps *pulley* e abdominal.

Na segunda etapa foi adotada uma montagem de treinamento localizada por articulação, com o programa de TP sendo composto por 12 exercícios que foram executados na seguinte ordem: supino em banco horizontal, crucifixo em banco inclinado, puxador alto, remada baixa, desenvolvimento, rosca direta, rosca testa, mesa extensora, *leg press* 45°, mesa flexora, panturrilha sentada e abdominal. Essa reestruturação na montagem do TP visou um aumento na sobrecarga, além de proporcionar uma quebra da homeostase ao treinamento.

Ambos os programas utilizaram três séries por exercício. O número de repetições utilizadas em cada uma dessas séries foi de 8 a 12 repetições máximas (RM), sendo utilizado o método de cargas fixas. Nessas duas programações as únicas exceções foram os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15 a 20-RM) e abdômen (150 a 300 RM).

As cargas utilizadas foram compatíveis com o número de repetições máximas estipuladas para as três séries de cada exercício. Assim, durante o decorrer do experimento, foram realizados reajustes semanais da carga de treinamento durante a última sessão de treinos de cada semana, na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada. Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes semanais nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios foram estabelecidos com base em testes de peso por repetições máximas⁽³⁷⁾, que consiste na execução do limite inferior de repetições (oito) nas duas primeiras séries e na terceira séries executa-se o máximo de repetições possíveis. O ajuste foi feito conforme as equações lineares descritas a seguir:

$$\text{Para membros superiores: } CF = CT + RU/2$$

$$\text{Para membros inferiores: } CF = CT + RU$$

- ✓ Sendo: CF = Carga final (kg); CT = Carga trabalhada no teste (kg); RU = Repetições ultrapassadas na última série com relação ao limite inferior.

Vale ressaltar que, em ambas as etapas, o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries, durante cada exercício, foi de 60 a 90 s e entre os exercícios de dois a três minutos. Embora a velocidade de execução não tenha sido monitorada, os participantes foram orientados a realizar as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1 : 2, respectivamente.

Os sujeitos foram orientados, ainda, para não realizarem nenhum outro tipo de atividade física regular sistematizada durante o período de duração do estudo, de modo que o impacto do treinamento com pesos pudesse ser avaliado de forma isolada.

1.3.3.7 Tratamento estatístico

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi utilizado para testar a homecedasticidade. O teste t de Student para amostras independentes foi empregado para as comparações entre as características iniciais dos grupos (homens vs. mulheres). A esfericidade dos dados

foi verificada mediante o teste de Mauchly. Quando este último pressuposto foi violado, a correção de Greenhouse-Geisser foi adotada. Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre os sexos nos diferentes períodos de tempo. Nas variáveis em que as condições iniciais dos grupos foram estatisticamente diferentes, análise de covariância (ANCOVA) foi empregada, com as medidas de linha de base sendo adotadas como covariáveis. O teste *post hoc* de Bonferroni para comparações múltiplas foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$. A magnitude das diferenças nas variáveis estudadas foi calculada a partir do tamanho do efeito (TE)⁽³⁸⁾.

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med.* 2010;40(12):1037-53.
3. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Appl Physiol.* 2006;101(2):531-44.
4. Lemmer JT, Martel GF, Hurlbut DE, Hurley BF. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):731-7.
5. Tarnopolsky MA. Sex differences in exercise metabolism and the role of 17-beta estradiol. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(4):648-54.
6. Flores DF, Gentil P, Brown LE, Pinto RS, Carregaro RL, Bottaro M. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2011;25(11):3039-44.
7. Avin KG, Naughton MR, Ford BW, Moore HE, Monitto-Webber MN, Stark AM, et al. Sex differences in fatigue resistance are muscle group dependent. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(10):1943-50.
8. Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT, et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem.* 2000;48(5):623-9.
9. Sale DG, MacDougall JD, Alway SE, Sutton JR. Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and women and male bodybuilders. *J Appl Physiol.* 1987;62(5):1786-93.
10. Schantz P, Randall-Fox E, Hutchison W, Tyden A, Astrand PO. Muscle fibre type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans. *Acta Physiol Scand.* 1983;117(2):219-26.
11. Miller AE, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Sale DG. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;66(3):254-62.
12. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM, Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(4):338-44.
13. Deruisseau KC, Roberts LM, Kushnick MR, Evans AM, Austin K, Haymes EM. Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):241-8.

14. Hubal MJ, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(6):964-72.
15. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(11):M641-8.
16. O'Hagan FT, Sale DG, MacDougall JD, Garner SH. Response to resistance training in young women and men. *Int J Sports Med.* 1995;16(5):314-21.
17. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(11):1428-33.
18. Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol.* 1994;76(3):1247-55.
19. Peterson MD, Pistilli E, Haff GG, Hoffman EP, Gordon PM. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(6):1063-71.
20. Kell RT. The influence of periodized resistance training on strength changes in men and women. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):735-44.
21. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81(3):174-80.
22. Candow DG, Burke DG. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):204-7.
23. Hunter GR. Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA.* 1985;4:26-8.
24. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(4):532-41.
25. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol.* 2006;91(2):457-64.
26. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FLC, Oliveira AR. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(4):224-8.

27. Salvador EP, Ritti-Dias RM, Gurjão ALD, Avelar A, Pinto LG, Cyrino ES. Effect of eight weeks of strength training on fatigue resistance in men and women. *Isokinet Exerc Sci* 2009;17:101-6.
28. Staron RS, Murray TF, Gilders RM, Hagerman FC, Hikida RS, Ragg KE. Influence of resistance training on serum lipid and lipoprotein concentrations in young men and women. *J Strength Cond Res.* 2000;14(1):37-44.
29. Weiss LW, Clark FC, Howard DG. Effects of heavy-resistance triceps surae muscle training on strength and muscularity of men and women. *Phys Ther.* 1988;68(2):208-13.
30. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857-72.
31. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight In: Lohman TG, Roche AF, Martorel R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual.* Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 3-8.
32. Clarke DH. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: Wilmore JH, editor. *Exercise and Sports Sciences Reviews.* New York: Academic Press; 1973. p. 73-102.
33. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Strength Cond Res.* 1996;10(1):20-4.
34. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.* 1998;68(4):786-93.
35. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):796-803.
36. Gobbo LA, Ritti-Dias RM, Avelar A, Silva AM, Coelho-e-Silva MJ, Cyrino ES. Changes in skeletal muscle mass assessed by anthropometric equations after resistance training. *Int J Sports Med.* 2013;34(1):28-33.
37. Rodrigues CEC, Rocha PECP. *Musculação: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Sprint; 2003.
38. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988.

CÁPITULO 2

EFEITO DO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS E MULHERES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

2.1 RESUMO

O treinamento com pesos (TP) tem sido utilizado em diversas investigações ao longo das últimas décadas, em virtude, principalmente, dos inúmeros benefícios associados a sua prática, em diferentes populações. Entretanto, a magnitude das respostas adaptativas ao TP é dependente de uma série de fatores, entre os quais o sexo. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi revisar a literatura sobre o efeito do TP sobre indicadores de força e hipertrofia muscular em homens e mulheres. A busca foi realizada nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SCOPUS e SCIELO e nas referências dos artigos encontrados. Para inclusão dos artigos foram adotados os seguintes critérios: ser redigido em língua inglesa ou portuguesa, amostra composta por adultos jovens de ambos os sexos, não atletas, clinicamente saudáveis, resultados com possibilidade de comparação entre os sexos, possuir informações sobre hipertrofia muscular e/ou força muscular medida por ação isoinercial. A busca preliminar resultou em 423 artigos e após todas as etapas de seleção, compuseram esta revisão 19 estudos publicados entre os anos de 1985 e 2011. Um tamanho do efeito (TE) de de moderada magnitude foi encontrado para a hipertrofia muscular em homens e mulheres (homens = 0,56 e mulheres = 0,51) sem diferença entre os sexos ($P > 0,05$). Para os indicadores de força muscular as mulheres apresentaram um TE superior ao dos homens ($P < 0,05$) nos exercícios de membros superiores (homens = 1,02 e mulheres = 1,58). Os estudos indicam que as respostas adaptativas ao TP são dependentes do sexo, no qual as mulheres tem um maior ganho relativo de força muscular nos membros superiores em relação aos homens. No entanto, para os indicadores de hipertrofia muscular, os resultados indicam ganhos relativos semelhantes entre os sexos.

2.2 INTRODUÇÃO

A prática regular de treinamento com pesos (TP) tem atraído a atenção de diferentes populações, em particular, indivíduos adultos jovens e de meia-idade e idosos, de ambos os sexos. Este fato é plenamente justificável pelos benefícios que têm sido associados a essa prática, que incluem importantes modificações morfológicas, neuromusculares, metabólicas e fisiológicas⁽¹⁻⁵⁾. Assim, a prática regular de TP tem sido frequentemente encorajada, principalmente por pesquisadores e profissionais da área da saúde, para ganhos e/ou manutenção de força muscular e melhoria da estética corporal por meio da hipertrofia muscular.

Entretanto, a magnitude das respostas adaptativas induzidas pelo TP pode ser afetada por uma série de fatores como o sexo, a idade, o nível de atividade física habitual e aptidão física do praticante, entre outros. Nesse sentido, a presença ou ausência de dimorfismo sexual associado às respostas ao TP é, ainda, um tema bastante controverso, apesar de importantes diferenças orgânicas entre homens e mulheres (nível de força e massa muscular, regulação hormonal, distribuição de fibras, arquitetura muscular, metabolismo de substratos energéticos, processo de recuperação, entre outras) estarem diretamente relacionadas a mecanismos responsáveis pelas principais adaptações provenientes do TP⁽⁶⁻¹²⁾. Portanto, é necessário um melhor entendimento das variações nos níveis de força muscular e na estrutura musculoesquelética de homens e mulheres em resposta a programas de TP, visto que a maioria dos estudos disponíveis na literatura tem utilizado amostras compostas somente por homens ou mulheres. Além disso, grande parte dos estudos que analisaram sujeitos de ambos os sexos, carecem de um maior rigor metodológico na estratificação da amostra, na composição dos grupos experimentais, na estruturação dos protocolos de TP, no controle de variáveis externas e internas ao treinamento (nível de aptidão física prévio dos sujeitos, experiência com o TP, alimentação, ajuste de sobrecarga com o avançar das adaptações, etc...), no tratamento estatístico das informações produzidas, entre outras.

Adicionalmente, diversos estudos que compararam homens e mulheres adotaram comparações apenas em valores absolutos, o que pode induzir a interpretações, no mínimo, duvidosas, visto que os valores de força e massa muscular, em geral, antes da intervenção são maiores nos homens em relação às

mulheres⁽¹³⁾. Assim, a adoção de medidas relativas ou o uso de procedimentos alométricos é de fundamental importância para a equalização das diferenças causadas não pelo treinamento, mas sim pelas diferenças nas dimensões corporais entre os sexos.

Com base nessas informações, o objetivo desta revisão foi analisar, de forma comparativa, o efeito do TP sobre a força e hipertrofia muscular em homens e mulheres, a partir de informações disponíveis na literatura até o presente momento.

2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do presente estudo foram adotadas três bases de dados reconhecidas internacionalmente (MEDLINE, SCOPUS e SCIELO). O levantamento bibliográfico foi delimitado ao período compreendido entre janeiro de 1980 e dezembro de 2012. Os seguintes unitermos foram utilizados na busca das informações: “mulheres”, “feminino”, “homens”, “masculino”, “treinamento com pesos”, “treinamento de força”, “treinamento resistido”, “força”, “resistência”, “fadiga”, “composição corporal”, “massa muscular”, “massa livre de gordura”, “hipertrofia muscular” e suas respectivas traduções em inglês. Os operadores utilizados na busca foram *AND* e *OR*. Para a presente revisão foram adotados os seguintes critérios de inclusão: ser redigido em língua inglesa ou portuguesa; a amostra ser composta por adultos jovens, de ambos os sexos; não incluir atletas ou indivíduos que não fossem considerados clinicamente saudáveis; os resultados encontrados permitirem comparações entre os sexos com relação a hipertrofia muscular e/ou força muscular, essa última medida por ação isoinercial.

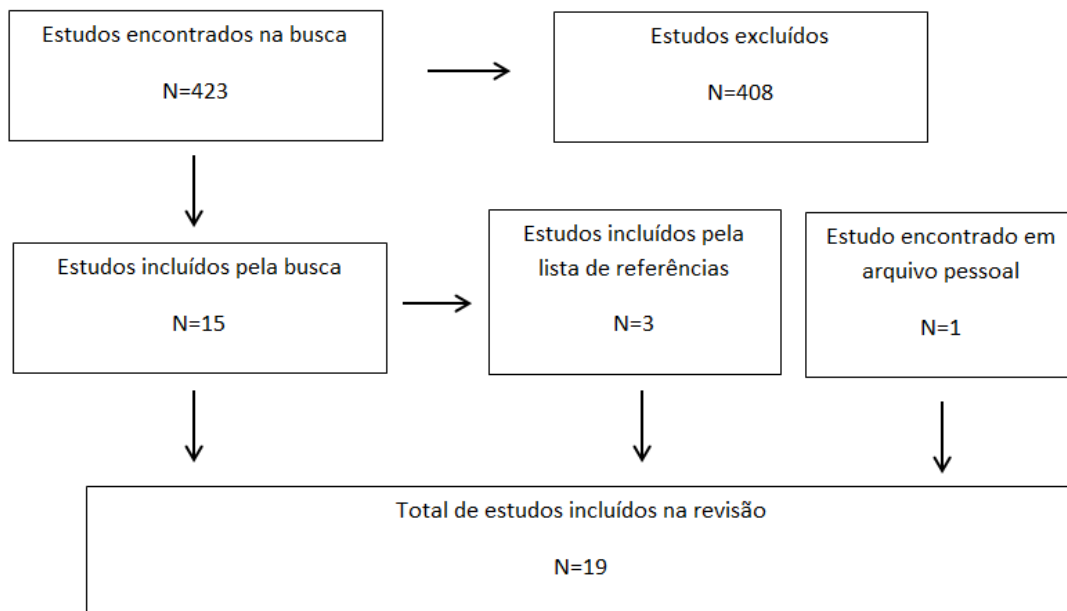
Com base nos critérios supracitados, a busca preliminar nas bases de dados resultou em 423 artigos. Após a seleção inicial, por meio de títulos, resumos e leitura completa dos trabalhos, 15 artigos foram selecionados. Posteriormente, com base na verificação das referências utilizadas nestes artigos, outros três estudos foram identificados e incluídos, assim como um trabalho foi selecionado em arquivo pessoal, resultando em um total de 19 estudos.

A qualidade dos estudos foi determinada pelos critérios utilizados em uma revisão prévia para determinar a qualidade dos estudos na área do TP⁽¹⁴⁾, mediante uma escala de valores com variação de 0 a 10. A magnitude das diferenças para cada medida de força muscular e composição corporal em homens e mulheres foi

calculada a partir do cálculo do tamanho do efeito (TE)⁽¹⁵⁾. Para este tipo de análise valores na ordem de 0,20 - 0,49 indicam um TE pequeno, 0,50 - 0,79 moderado e $\geq 0,80$ grande. Para as comparações entre o TE de homens e mulheres foi utilizado o teste de comparação entre proporções. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$.

O processo de seleção dos estudos utilizado durante a estratégia de busca é apresentado na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Estratégia de busca dos estudos a serem analisados.



2.4 RESULTADOS

A Tabela 2.1 apresenta a descrição e o resumo dos 19 estudos analisados que investigaram o efeito do TP sobre indicadores da força e hipertrofia muscular, em homens e mulheres, de acordo com os critérios adotados para esta revisão.

Tabela 2.1 – Estudos que investigaram o efeito do TP sobre indicadores da força e hipertrofia muscular em homens e mulheres.

Referência	Amostra	Idade (anos)	Duração (semanas)	Frequência (dias)	Séries	Repetições	Métodos	Resultados	
								Hipertrofia Muscular (%)	Força Muscular (%)
Abe et al. (18)	17H 20M Destreinados	25 a 50	12	3	1 e 3	8 a 12	1-RM US DEXA	EMB = +15,7H e +17,9M EMT = +11,4H e +9,2M EMP = +18,6H e +28,4M EMI 50 = +8,7H EMI 70 = +7,5H e +5,8M	SUP = +22,8H e +37,7M EXTJ = +23,3H e +23,4M
Cureton et al. (19)	7H 8M Destreinados	22 a 37	16	3	1 a 3	Máximo de repetições a 70-90% de 1-RM	1-RM Tomografia PH Circunferências	ASTB = +16H e +23M	FLEC = +36,2H e +59,2M EXTC = +32,6H e +41,7M * FLEJ = +12,8H e +24,4M EXTJ = +28,8H e +33,9M *
Deruisseau et al. (20)	13H 27M Destreinados	22H 23M	10	3	4	10	10-RM PH	MLG = +2,2H e +2,0M	LP = +22,9H e +42,3M * DES = +23,1H e +27,9M EXTC = 21,9H e +29,7M EXTJ = +17,9H e +48,4M * PUX = +17,3H e +21,0M FLEC = +22,9H e +28,5M RAL = +21,4H e +23,3M FLEJ = +22,2H e +34,4M RCU = +28,6H e +31,5M
Dias et al. (23)	23H 15M Destreinados	20,7H 20,9M	8	3	3	8 a 12	1-RM		SUP = +11,0H e +17,2M AGA = +7,6H e +14,7M FLEC = +14,0H e +20,4M ST = +9,4H e +16,5M
Hubal et al. (32)	24H 342M	24,8H 23,9M	12	3	3	6 a 12	1-RM IRM	ASTBI = +20,4H e +17,9M *	FLEC = +39,8H e +64,1M *

Nota. *diferença significativa entre os sexos ($P < 0,05$); AGA= agachamento; AST = área de secção transversa; ASTB = área de secção transversa do braço; ASTBI = área de secção transversa do bíceps; ASTBR = área de secção transversa do braquial; ASTCX = área de secção transversa da coxa; CBR = circunferência de braço; CPE = circunferência de peitoral; CPT = circunferência da panturrilha; DES = desenvolvimento; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; EDC = dobras cutâneas; EMB = espessura muscular do bíceps; EMI = espessura muscular dos isquiotibiais; EMP = espessura muscular do peito; EMT = espessura muscular do tríceps; EMTS = espessura muscular do tríceps sural; EXTC = extensão de cotovelos; EXTJ = extensão de joelhos; FLEC = flexão de cotovelos; FLEJ = flexão de joelhos; FM = fibra muscular; RM = repetição máxima; FP = flexão plantar; H = homens; IF = índice de fadiga; IRM = imagem por ressonância magnética; LP = leg press; M = mulheres; MLG = massa livre de gordura; NMR = número máximo de repetições; PH = pesagem hidrostática; PUX = puxador alto; RAL = remada alta; RCU = remada curvada; RF = resistência de força; ST = sobrecarga total; SUP = supino; US = ultrassom; VM = volume muscular.

Tabela 2.1 – (Continuação)

Referência	Amostra	Idade (anos)	Duração (semanas)	Frequência (dias)	Séries	Repetições	Métodos	Resultados	
								Hipertrofia Muscular (%)	Força Muscular (%)
Hunter (31)	10MH e 11M 14H e 11M	24H 24M	7	4 3	3 e 4	7 a 10	1-RM RF Circunferências EDC	MLG3 = +0,7H e +0,6M MLG4 = +0,7H e +1,4M CBR3 = +2,9H e +2,5M CBR4 = +4,2H e +4,6M CPE3 = +1,2H e -0,7M CPE4 = +1,7H e +4,7M	SUP3 = +11,8H e +19,5M SUP4 = +16,0H e +33,3M RF3 = +28,7H e +53,6M RF4 = +54,1H e +66,4M
Ivey et al. (26)	11H 11M Destreinados	20 a 30	9	3	5	5 a 20	IRM	VM = +12,0H e +6,2M *	
Kell (30)	20H 20M Treinados	22,7H 22,5M	12	3 e 4	3 a 6	4 a 12	10-RM		AGA= +33,4H e +43,9M* SUP= +26,8H e +39,1M* PUX= +26,4H e 34,2M* DES= 25,2H e 35,1M*
Kosek et al. (7)	11H 13M Destreinados	10 a 35	16	3	3	8 a 12	1-RM DEXA Biópsia	AST-I = +25,5H AST-IIa = +28,6H AST-II = +34,5H e +27,3M	EXTJ = +33,9H e +37,7M* AGA = +37,3H e 27,8M* LP = +37,9H e 46,6M*
Lemmer et al. (28) 2000	10H 8M Destreinados	20 A 30	9	3	4	5 a 15	1-RM DEXA		EXTJ = +31,0H e 39,0M

Nota. *diferença significante entre os sexos ($P < 0,05$); AGA= agachamento; AST = área de secção transversa; ASTB = área de secção transversa do braço; ASTBI = área de secção transversa do bíceps; ASTBR = área de secção transversa do braquial; ASTCX = área de secção transversa da coxa; CBR = circunferência de braço; CPE = circunferência de peitoral; CPT = circunferência da panturrilha; DES = desenvolvimento; DEXA = absortometria radiológica de dupla energia; EDC = dobras cutâneas; EMB = espessura muscular do bíceps; EMI = espessura muscular dos isquiotibiais; EMP = espessura muscular do peito; EMT = espessura muscular do tríceps; EMTS = espessura muscular do tríceps sural; EXTC = extensão de cotovelos; EXTJ = extensão de joelhos; FLEC = flexão de cotovelos; FLEJ = flexão de joelhos; FM = fibra muscular; RM = repetição máxima; FP = flexão plantar; H = homens; IF = índice de fadiga; IRM = imagem por ressonância magnética; LP = leg press; M = mulheres; MLG = massa livre de gordura; NMR = número máximo de repetições; PH = pesagem hidrostática; PUX = puxador alto; RAL = remada alta; RCU = remada curvada; RF = resistência de força; ST = sobrecarga total; SUP = supino; US = ultrassom; VM = volume muscular.

Tabela 2.1 – (Continuação)

Referência	Amostra	Idade (anos)	Duração (semanas)	Frequência (dias)	Séries	Repetições	Método	Resultados
------------	---------	--------------	-------------------	-------------------	--------	------------	--------	------------

								Hipertrofia Muscular (%)	Força Muscular (%)
Lemmer et al. (21) 2001	10H 9M Destreinados	20 a 30	24	3	1 a 2	5 a 15	1-RM DEXA	MLG = +3,0H e +4,4M	SUP = +23,6H e +30,5M* LP = +24,0%H e +36,0M PUX = +22,6H e +25,0M DES = +24,5H e +12,0M EXTC = +35,8H e +31,8M FLEC = +34,2H e +71,0M EXTJ = +25,0H e 26,7M
Lemmer et al. (8) 2007	10H 8M	20 a 30 20,0H 26,7M	24	3	1 a 2	5 a 15	1-RM DEXA	MLG = +2,3H e +2,8M	FLEC = +31,4H e +54,1M SUP = +21,2H e +22,0M* PUX = +24,0H e +27,1M* DES = +20,5H e +8,5M * EXTC = +33,3H e +27,5M* EXTJ = +21,7H e +34,3M* LP = +29,0H e +26,9M
Martel et al. (22)	13H 9M Destreinados	20 a 30	9	3	5	5 a 15	1-RM DEXA Biópsia	AST-I = +19H e 20M AST-IIa = +21H e +19M AST-IIx = +41H e 21M *	EXTJ = +31H e +39M
O'Hagan et al. (16)	6H 6M Não treinados	21,2H 20,0M	20	3	3 a 5	8 a 12	1-RM Tomografia Biópsia	ASTBI = +7,5H e +12,0M ASTBR = +14H e +27M	FLEC = +46H e +116M*
Peterson et al. (29)	43H 40M Destreinados	25,1	12	2	3	6 a 12	1-RM IRM	ASTB = +15,2H e 12,1M*	FLEC = +48,5H e 67,2M*

Nota. *diferença significativa entre os sexos ($P < 0,05$); AGA= agachamento; AST = área de secção transversa; ASTB = área de secção transversa do braço; ASTBI = área de secção transversa do bíceps; ASTBR = área de secção transversa do braquial; ASTCX = área de secção transversa da coxa; CBR = circunferência de braço; CPE = circunferência de peitoral; CPT = circunferência da panturrilha; DES = desenvolvimento; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; EDC = dobras cutâneas; EMB = espessura muscular do bíceps; EMI = espessura muscular dos isquiotibiais; EMP = espessura muscular do peito; EMT = espessura muscular do tríceps; EMTS = espessura muscular do tríceps sural; EXTC = extensão de cotovelos; EXTJ = extensão de joelhos; FLEC = flexão de cotovelos; FLEJ = flexão de joelhos; FM = fibra muscular; RM = repetição máxima; FP = flexão plantar; H = homens; IF = índice de fadiga; IRM = imagem por ressonância magnética; LP = leg press; M = mulheres; MLG = massa livre de gordura; NMR = número máximo de repetições; PH = pesagem hidrostática; PUX = puxador alto; RAL = remada alta; RCU = remada curvada; RF = resistência de força; ST = sobrecarga total; SUP = supino; US = ultrassom; VM = volume muscular.

Tabela 2.1 – (Continuação)

Referência	Amostra	Idade (anos)	Duração (semanas)	Frequência (dias)	Séries	Repetições	Métodos	Resultados
------------	---------	--------------	-------------------	-------------------	--------	------------	---------	------------

								Hipertrofia Muscular (%)	Força Muscular (%)
Roth et al.(24)	8H 6M Destreinados	20 a 30	24	3	1 a 2	5 a 15	1-RM DEXA IRM	MLG = +3H e +4M ASTCX = +2H e +8,9M* VM = +4,2H e +8,1M	SUP = +24H e +33M LP = +24H e +33M
Salvador et al.(25)	30H 23M Destreinados	21H 20M	8	3	8 a 12	3	1-RM RF		SUP = +9,6H e +15,0M AGA = +11,0H e +12,8M ROS = +12,0H e +18,0M ST = +10,8H e 11,9M IF-SUP = -25,0H e -36,4M IF-AGA = -22,2H e -29,6M IF-FLEC = -12,9H e -23,2M IF = -17,3H e -31,3M NMR-SUP = +48,6H e +52,2M NMR-AGA = +34,5H e +79,3M* NMR-FLEC = +8,1H e +23,3M* NMR = +27,4H e +47,6M*
Staron et al.(17)	13H 8M Não treinados	23,5H 20,6M	8	2	3	6 a 12	1-RM EDC Circunferências Biópsia	%FM-IIb = -54,1H e -63,0M	
Weiss et al.(27)	12H 14M Destreinados	18 a 26	8	3	4	9 a 13	1-RM Circunferências DC US	EMTS = +2,2H e +2,7M CPT = -0,6H e -0,1M	FP = +13,2H e +13,3M

Nota. *diferença significativa entre os sexos ($P < 0,05$); AGA= agachamento; AST = área de secção transversa; ASTB = área de secção transversa do braço; ASTBI = área de secção transversa do bíceps; ASTBR = área de secção transversa do braquial; ASTCX = área de secção transversa da coxa; CBR = circunferência de braço; CPE = circunferência de peitoral; CPT = circunferência da panturrilha; DES = desenvolvimento; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; EDC = dobras cutâneas; EMB = espessura muscular do bíceps; EMI = espessura muscular dos isquiotibiais; EMP = espessura muscular do peito; EMT = espessura muscular do tríceps; EMTS = espessura muscular do tríceps sural; EXTJ = extensão de cotovelos; EXTJ = extensão de joelhos; FLEC = flexão de cotovelos; FLEJ = flexão de joelhos; FM = fibra muscular; RM = repetição máxima; FP = flexão plantar; H = homens; IF = índice de fadiga; IRM = imagem por ressonância magnética; LP = leg press; M = mulheres; MLG = massa livre de gordura; NMR = número máximo de repetições; PH = pesagem hidrostática; PUX = puxador alto; RAL = remada alta; RCU = remada curvada; RF = resistência de força; ST = sobrecarga total; SUP = supino; US = ultrassom; VM = volume muscular.

Todos os estudos incluídos na presente revisão foram publicados entre os anos de 1985 a 2011. Dois desses estudos investigaram sujeitos não treinados^(16,17), 13 foram desenvolvidos utilizando indivíduos com experiência prévia em TP, contudo, destreinados no momento do estudo^(7,18-29), um utilizou sujeitos treinados⁽³⁰⁾ e três trabalhos não reportaram o nível de experiência dos sujeitos com o TP^(8,31,32). Vale destacar que o tamanho das amostras utilizadas nesses estudos variou amplamente (12 a 585 sujeitos).

Um outro aspecto interessante é que, em geral, os estudos selecionados possuem características bastante diferenciadas no que tange ao número de séries, repetições e frequência semanal, o que dificulta sobremaneira as comparações entre eles. Em relação ao tempo de treinamento verificamos uma variação de sete até 24 semanas, sendo o período de oito e 12 semanas o mais frequentemente utilizado (quatro estudos).

Dezesseis dos estudos revisados apresentam informações sobre indicadores de hipertrofia muscular^(7,8,16-22,24,26-29,31,32), tais como: massa livre de gordura (MLG), volume muscular, distribuição de fibra muscular, espessura muscular (bíceps, tríceps, inquitibiais, peitoral e tríceps sural) e área de secção transversa (braço, bíceps, braquial, coxa e fibras muscular). Nesse sentido, diversos métodos foram utilizados para a obtenção dessas informações, a saber: absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) (sete estudos), perímetros (quatro estudos), espessura de dobras cutâneas (três estudos), imagem por ressonância magnética (IRM) (quatro estudos), ultrassonografia (US) (dois estudos), tomografia computadorizada (dois estudos) e biópsia muscular (quatro estudos).

Cinco desses estudos relataram aumento da MLG^(20,21,24,31,32), contudo, não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre os sexos. Por outro lado, um maior aumento na área de secção transversa do bíceps⁽³²⁾, no volume muscular⁽²⁶⁾, na área de secção transversa do braço⁽²⁹⁾, bem como na área de secção transversa da fibra do tipo IIX⁽²²⁾ foi revelado nos homens quando comparados as mulheres, ao passo que um maior incremento relativo na área de secção transversa da coxa foi encontrado em mulheres⁽²⁴⁾.

Com relação a força muscular o teste de uma repetição máxima (1-RM) tem sido o principal método de avaliação utilizado para esta finalidade^(7,8,16-19,21-25,27-29,31,32). Entretanto, somente quatro dos estudos revisados reportaram a realização de processo de familiarização prévia a testagem, um fator considerado fundamental

para registros confiáveis das modificações acarretadas pelo TP^(7,18,23,25). Dentre os exercícios testados a extensão de joelhos e flexão de cotovelos foram os mais investigados (nove estudos), seguido pelos exercícios supino (oito estudos), *leg press* e agachamento (seis estudos). Foram realizadas 41 comparações relativas entre homens e mulheres nos artigos que utilizaram o teste de 1-RM, sendo que em 11 delas observou-se um maior ganho relativo de força muscular nas mulheres, em três comparações nos homens e nas demais 27 comparações não foram identificadas diferenças entre os sexos.

Adicionalmente, quatro estudos avaliaram a resistência de força^(20,25,30,31), dois dos quais por meio da aplicação do teste de repetições máximas a 80% de 1-RM^(25,31), enquanto os outros dois trabalhos adotaram o teste de 10-RM^(20,30), o que permitiu um total de 23 comparações entre os sexos. Em nove dessas comparações, as mulheres apresentaram melhores resultados do que os homens, enquanto nas demais não foram identificadas diferenças entre os sexos. Os escores da qualidade dos estudos de acordo com a classificação utilizada é apresentada na tabela 2.2.

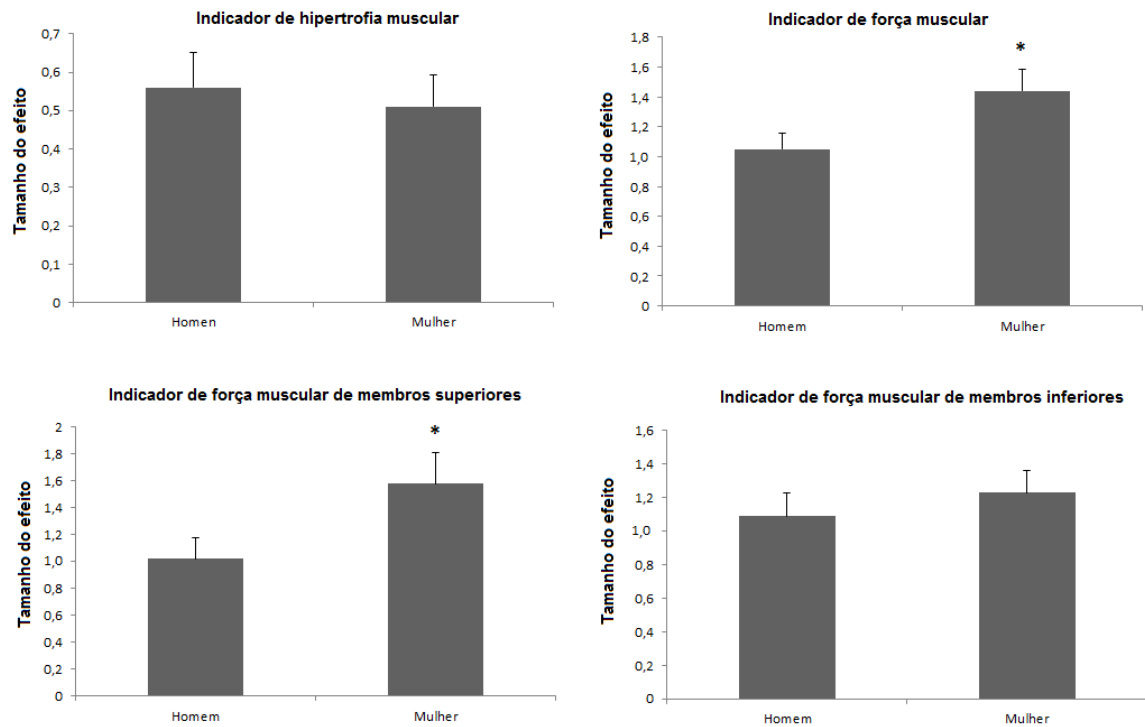
A Figura 2.2 apresenta a média do TE entre os estudos para os indicadores de hipertrofia e força muscular em homens e mulheres. Um TE de moderada magnitude foi encontrado para hipertrofia muscular em homens e mulheres, sem diferença entre os sexos ($P = 0,75$). Por outro lado as mulheres apresentaram um TE de grande magnitude para a força muscular, maior do que o dos homens ($P < 0,05$) para os membros superiores, embora relativamente semelhante para membros inferiores.

Tabela 2.2 – Escores da qualidade dos estudos incluídos na revisão.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Escore total
Abe et al. (18)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	3
Cureton et al. (19)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	3
Deruisseau et al. (20)	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	3
Dias et al. (23)	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	4
Hubal et al. (32)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	3
Hunter (31)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	2
Ivey et al. (26)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	3
Kell (30)	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	6
Kosek et al. (7)	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	4
Lemmer et al. (28)	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	6
Lemmer et al. (21)	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	5
Lemmer et al (8)	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	4
Martel et al. (22)	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	4
O'hagan et al. (16)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Peterson et al. (29)	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	2
Roth et al. (24)	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	3
Salvador et al. (25)	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	3
Staron et al. (17)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Weiss et al. (27)	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	4
Total	4	0	10	0	11	5	19	0	6	17	

Nota: 1 = Estratificação da amostra pela experiência prévia, 2 = Cego (participante e/ou avaliadores), 3 = Aquecimento e volta a calma padronizados, 4 = Controle das atividades além do protocolo de estudo, 5 = Protocolo experimental explícito e não ambíguo que permita replicação, 6 = Erro de medida/reprodutibilidade do teste reportados, 7 = Valores absolutos ou mudanças percentuais na força muscular e composição corporal, 8 = Poder estatístico reportado se não houve efeito, 9 = Participação dos sujeitos e desistência discutidos e 10 = Conclusão suportada pelos resultados.

Figura 2.2 - Tamanho do efeito induzido pelo TP sobre indicadores de hipertrofia muscular e de força muscular em homens e mulheres. * = $P < 0,05$ vs. homem. Valores expressos em média e erro padrão



2.5 DISCUSSÃO

Os resultados do conjunto de estudos analisados sugerem que as respostas adaptativas ao TP sobre a força muscular são dependentes do sexo, uma vez que as mulheres apresentaram um maior ganho relativo de força muscular em relação aos homens. Apesar disso, os ganhos hipertróficos, de forma relativa, não parecem se diferir entre os sexos.

Embora os mecanismos envolvidos nas diferentes respostas encontradas entre os sexos para a força muscular ainda não estejam bem estabelecidos, o maior aumento de força muscular apresentado pelas mulheres pode estar associado a um melhor padrão de recrutamento de unidades motoras^(28,33), a uma melhor recuperação entre as sessões de treinamento⁽¹⁰⁾ ou, ainda, a um menor dano muscular provocado pelo TP⁽³⁴⁾. Outro fator que pode contribuir para a diferença entre os sexos no incremento da força muscular é a experiência prévia ao TP, uma vez que sujeitos menos treinados possuem condições mais favoráveis para ganhos de força muscular⁽³⁵⁾. Embora essa variável tenha de certa forma sido controlada na maioria dos estudos, vale destacar a dificuldade em se quantificar a sobrecarga real

imposta pelo TP realizado previamente, visto que é possível que mesmo com experiência prévia semelhante, homens e mulheres tenham realizado treinamentos bastante distintos, tanto com relação ao volume quanto a intensidade. Nesse sentido, na prática, é muito comum observar que as mulheres tendem a priorizar a realização de exercícios direcionados para membros inferiores, ao passo que os homens normalmente optam predominantemente por exercícios para membros superiores. Assim, diferenças no ganho de força muscular entre homens e mulheres podem, pelo menos em parte, estarem associados a questões culturais e não somente a diferenças biológicas entre os sexos.

Adicionalmente, não se pode desprezar, também, o papel das diferenças no nível de atividade física habitual entre os sexos, uma vez que em geral os homens apresentam além de um maior nível de atividade física habitual um maior envolvimento, também, em atividades mais vigorosas do que às mulheres⁽³⁶⁾. Logo, seguindo um raciocínio lógico, seria esperado que o maior aumento na força muscular decorrente de programas de TP ocorresse nos sujeitos menos treinados, ou seja, nesse caso, nas mulheres. Todavia, a falta de um controle mais rigoroso dessas variáveis não permitiu a confirmação dessas hipóteses. Portanto, estudos que se proponham a controlar tais variáveis são necessários para uma análise mais consistente dos resultados.

Outro fator que merece destaque é a adoção ou não de sessões prévias de familiarização a testes de 1-RM, uma vez que alguns estudos têm demonstrado a importância da aplicação desse procedimento para uma medida mais apurada, tanto em homens quanto nas mulheres⁽³⁷⁻³⁹⁾, principalmente em estudos de intervenção. Além disso, aparentemente, homens e mulheres podem apresentar importantes diferenças no padrão de estabilização da sobrecarga neste tipo de teste⁽⁴⁰⁾. Assim, a falta de familiarização prévia a testes de 1-RM pode acarretar em interpretações equivocados sobre o efeito ou a magnitude do efeito do TP, sendo parte dos ganhos de força atribuídos, muitas vezes de forma equivocada, ao treinamento, quando na verdade seriam simplesmente produto do processo de aprendizagem ao teste de 1-RM, muitas vezes não controlado. Nesse sentido, quatro estudos reportaram a utilização de sessões destinadas ao processo de familiarização ao teste de 1-RM em homens e mulheres^(7,18,23,25), dos quais três observaram que apesar das mulheres terem maiores ganhos relativos de força muscular, as diferenças não foram significantes entre os sexos. Vale ressaltar que muitos estudos destacam apenas a

familiarização aos exercícios e equipamentos, utilizando baixa carga e elevado número de repetições, o que não necessariamente diminui o viés desse teste. Dessa forma, na tentativa de produzir informações mais consistentes, futuras investigações devem prezar pelo controle de tal variável.

Embora a força muscular possa ser avaliada de diversas formas, na presente investigação optou-se por incluir somente estudos que utilizaram ação isoinercial para a medida de força, visto que este é o tipo de ação muscular predominante em locais de TP. O principal indicador da força muscular utilizado para essa finalidade tem sido o teste de 1-RM, que pode ser aplicado amplamente em diferentes exercícios. Curiosamente, apesar dos estudos incluídos nesta revisão utilizarem programas de TP com ênfase na resistência de força, com as séries variando de quatro a 20 repetições, somente quatro estudos avaliaram essa capacidade física^(20,25,30,31). Salvador et al.⁽²⁵⁾ observaram que as mulheres apresentam maior adaptação quanto ao número máximo de repetições para uma determinada carga relativa do que os homens. Deruisseau et al.⁽²⁰⁾, por sua vez, verificaram que as mulheres tiveram um maior aumento relativo em relação aos homens nos exercícios *leg press* e extensão de joelhos, embora sem diferenças significantes entre os sexos para outros sete exercícios analisados. Kell⁽³⁰⁾ identificou que nos exercícios SUP, AGA, PUX e DES as mulheres tiveram um maior ganho relativo no teste de 10-RM após 12 semanas de TP. Por fim, Hunter⁽³¹⁾ observou maiores valores de resistência de força entre as mulheres, todavia sem significância estatística na comparação com os homens. Assim, podemos especular que os resultados indicam uma melhor adaptação na capacidade de resistência à fadiga nas mulheres. No entanto, considerando a escassez de estudos, novas investigações são necessárias para melhor elucidar o efeito do TP na capacidade de resistência de força de homens e mulheres, uma vez que muitas das adaptações promovidas por este tipo de exercício estão atreladas a capacidade de resistir à fadiga. Outros importantes fatores como tempo de intervenção adotado, a falta de padronização das variáveis de treinamento e a utilização de protocolos distintos, também, limitam acentuadamente as comparações entre os sexos.

A presente investigação observou que dos indicadores de hipertrofia muscular mais frequentemente utilizados, a variável de maior interesse tem sido a MLG, cujas respostas em termos de ganho relativo revelam-se similares em homens e mulheres. Entretanto, vale destacar que os mecanismos responsáveis para

promoção da hipertrofia muscular não atuam de maneira semelhante em homens e mulheres, uma vez que existem importantes diferenças na massa muscular, produção e liberação de hormônios anabólicos, área de secção transversa das fibras musculares, arquitetura muscular, expressão de miostatina^(13,41-44), entre outras.

É importante salientar que respostas relativas similares indicam maior ganho absoluto nos homens, visto que a musculatura aumenta de forma proporcional, e os homens, em geral, possuem maior massa muscular em relação às mulheres⁽¹³⁾. Além disso, indivíduos do sexo masculino possuem um ambiente anabólico mais favorável à hipertrofia muscular, em virtude de possuírem maiores concentrações de hormônios que estimulam o crescimento muscular como a testosterona. Ainda, as concentrações endógenas de cortisol, um hormônio catabólico, embora sejam semelhantes entre os sexos em repouso, diminuem de forma significativa após o TP somente nos homens⁽¹⁷⁾. Entretanto, outros importantes hormônios de ação anabólica como o hormônio do crescimento humano (GH), a insulina e, principalmente, os fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF-1) também têm destacado papel para a hipertrofia muscular^(45,46). Desta forma, a participação desses hormônios, possíveis interações com os sexos e suposta influência sobre a hipertrofia devem ser melhor investigadas em futuras investigações.

Um importante fator a ser analisado no monitoramento dos ganhos de massa muscular é a sensibilidade do instrumento de avaliação. Por exemplo, grande parte dos estudos analisados utilizou como indicador de hipertrofia a MLG, cuja composição inclui outros componentes além da massa muscular. Além disso, a estimativa da MLG é baseada em informações produzidas por métodos que não são considerados de referência (padrão-ouro) para detectar alterações em nível muscular (DEXA, PH e EDC). Essa menor sensibilidade pode ser comprovada em quatro estudos, que apesar de não identificarem alteração na MLG, encontraram aumento significativo na AST com utilização de métodos mais robustos (IRM, US e biópsia)^(7,18,19,22). Não obstante, a manutenção na MLG em resposta ao TP, também foi confirmada em alguns estudos que submeteram indivíduos de ambos os sexos a um protocolo de treinamento padronizado^(7,8,18,19,22,28,31).

Dos estudos que avaliaram as adaptações no tecido muscular utilizando métodos de imagem (IRM e US) a maioria indicou alterações favoráveis nos homens^(18,26,27,29,32), embora existam também resultados favoráveis às mulheres.

Nesse sentido, Roth et al.⁽²⁴⁾ encontraram maior aumento relativo da área de secção transversa da coxa nas mulheres do que nos homens, enquanto Martel et al.⁽²²⁾ identificaram uma maior área de secção transversa da fibra do tipo IIX, de forma relativa, também, nas mulheres. Entretanto, os diferentes protocolos de treinamento utilizados em cada investigação, além do foco em grupos musculares distintos limitam as comparações entre os estudos. Portanto, novas investigações direcionadas para a análise da resposta muscular específica ao TP entre os sexos são necessárias.

A ausência de dimorfismo sexual na força muscular e MLG, relatada em alguns dos estudos disponíveis na literatura, pode ser explicada, pelo menos em parte, pela utilização de pequenas amostras. Esse fato pode ser constatado em estudo conduzido por Staron et al.⁽¹⁷⁾ que identificaram redução no percentual de fibras do tipo IIb, sem qualquer alteração nos demais tipos e subtipos de fibras.

Vale destacar que o desenvolvimento muscular é influenciado pelos hábitos alimentares, particularmente, pelo aporte energético e ingestão de macronutrientes^(5,47-49). Ao analisar a literatura disponível verificamos que somente um estudo teve a preocupação de controlar essa variável⁽²⁰⁾, o que denota uma importante fragilidade metodológica da grande maioria dos estudos que investigaram o impacto do TP sobre indicadores de hipertrofia muscular. Adicionalmente, os protocolos de TP adotados em diversos estudos podem ter comprometido os resultados da intervenção, visto que algumas investigações utilizaram protocolos de treinamento com baixo volume de séries^(8,19,21,24) ou de exercícios^(7,16,17,22,26-28,50), condutas que não favorecem esse tipo de adaptação⁽¹⁾. Além disso, não se pode desprezar que a reduzida duração do protocolo experimental, em alguns estudos, pode não ter sido suficiente para a análise das adaptações hipertróficas ao TP. Nesse sentido, somente seis trabalhos utilizaram um tempo maior do que 12 semanas^(8,16,19,21,24). Logo, estudos com maior tempo de intervenção e a utilização de sobrecargas progressivas adequadas são necessários para a melhor compreensão da presença ou ausência de dimorfismo sexual nas respostas hipertróficas ao TP.

De acordo com nosso conhecimento esta é a primeira revisão sobre o efeito do TP sobre a força e hipertrofia muscular, a partir de uma análise pautada no dimorfismo sexual. Todavia, nosso estudo apresenta algumas limitações. A qualidade dos estudos utilizados no presente trabalho foi avaliada pelo modelo proposto por Durrall et al.⁽¹⁴⁾. O instrumento foi desenvolvido com base em uma série

de critérios que, contudo, não contemplam importantes fatores que podem influenciar os processos adaptativos induzidos pelo TP, tais como o dimorfismo sexual, processo de familiarização, monitoramento dos hábitos alimentares e de variáveis relacionadas ao protocolo de treinamento. Portanto, o desenvolvimento de instrumentos mais apropriados para avaliar de forma mais consistente a qualidade dos estudos envolvendo adaptações ao TP deve ser uma importante meta dos pesquisadores desta área. Além disso, no presente estudo, somente 19 artigos foram selecionados. A baixa presença de estudos nesta revisão é em parte devido a estudos com comparação direta serem limitados, uma vez que muitos estudos disponíveis na literatura do TP tem incluído apenas indivíduos de um mesmo sexo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da presente revisão sugerem que o aumento de força muscular em resposta ao TP é influenciado pelo sexo, com as mulheres apresentando maiores ganhos relativos ao longo dos diferentes períodos de intervenção. Por outro lado, homens e mulheres, quando comparados em valores relativos as dimensões corporais, apresentam ganhos hipertróficos similares, após serem submetidos a TP.

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Gentil P, Bottaro M, Oliveira E, Veloso J, Amorim N, Saiuri A, et al. Chronic effects of different between-set rest durations on muscle strength in nonresistance trained young men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):37-42.
3. Gentil P, Bottaro M. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. *J Strength Cond Res.* 2010;24(3):639-43.
4. DeFreitas JM, Beck TW, Stock MS, Dillon MA, Kasishke PR, 2nd. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(11):2785-90.
5. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857-72.
6. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med.* 2010;40(12):1037-53.
7. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Appl Physiol.* 2006;101(2):531-44.
8. Lemmer JT, Martel GF, Hurlbut DE, Hurley BF. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):731-7.
9. Tarnopolsky MA. Sex differences in exercise metabolism and the role of 17-beta estradiol. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(4):648-54.
10. Flores DF, Gentil P, Brown LE, Pinto RS, Carregaro RL, Bottaro M. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2011;25(11):3039-44.
11. Avin KG, Naughton MR, Ford BW, Moore HE, Monitto-Webber MN, Stark AM, et al. Sex differences in fatigue resistance are muscle group dependent. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(10):1943-50.
12. Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT, et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem.* 2000;48(5):623-9.
13. Miller AE, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Sale DG. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;66(3):254-62.

14. Durall CJ, Hermsen D, Demuth C. Systematic Review of single-set versus multiple-set resistance-training randomized controlled trials: implications for rehabilitation. *Crit Rev Phys Rehab Med.* 2006;18(2):107-16.
15. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988.
16. O'Hagan FT, Sale DG, MacDougall JD, Garner SH. Response to resistance training in young women and men. *Int J Sports Med.* 1995;16(5):314-21.
17. Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol.* 1994;76(3):1247-55.
18. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81(3):174-80.
19. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM, Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(4):338-44.
20. Deruisseau KC, Roberts LM, Kushnick MR, Evans AM, Austin K, Haymes EM. Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):241-8.
21. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(4):532-41.
22. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol.* 2006;91(2):457-64.
23. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FLC, Oliveira AR. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(4):224-8.
24. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(11):1428-33.
25. Salvador EP, Ritti-Dias RM, Gurjão ALD, Avelar A, Pinto LG, Cyrino ES. Effect of eight weeks of strength training on fatigue resistance in men and women. *Isokinet Exerc Sci* 2009;17:101-6.
26. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(11):M641-8.
27. Weiss LW, Clark FC, Howard DG. Effects of heavy-resistance triceps surae muscle training on strength and muscularity of men and women. *Phys Ther.* 1988;68(2):208-13.

28. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(8):1505-12.
29. Peterson MD, Pistilli E, Haff GG, Hoffman EP, Gordon PM. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(6):1063-71.
30. Kell RT. The influence of periodized resistance training on strength changes in men and women. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):735-44.
31. Hunter GR. Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA.* 1985;4:26-8.
32. Hubal MJ, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(6):964-72.
33. Okano AH, Cyrino ES, Nakamura FY, Guariglia DA, Nascimento MA, Avelar A, et al. Behavior of the muscle strength and arm muscle area during 24 weeks of weight training. *Brazilian J of Kinanthropometry and Human Performance.* 2008;10:379-85.
34. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol.* 2000;89(6):2325-32.
35. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(11 Suppl):S3-16.
36. Anjos LA, Ferreira BCM, Vasconcellos MTL, Wahrlich V. Gasto energético em adultos do município de Niterói, Rio de Janeiro: resultados da pesquisa de nutrição, atividade física e saúde – PNAFS. *Ciência e Saúde Coletiva.* 2008;13(6):1775-84.
37. Soares-Caldeira LF, Ritti-Dias RM, Okuno NM, Cyrino ES, Gurjao AL, Ploutz-Snyder LL. Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. *J Strength Cond Res.* 2009;23(7):2039-45.
38. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Soares-Caldeira LF, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(1):34-8.
39. Ritti-Dias RM, Avelar A, Salvador EP, Cyrino ES. Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. *J Strength Cond Res.* 2011;25(5):1418-22.
40. Silva-Batista C, Tricoli V, Laurentino GC, Batista MAB, Okuno NM, Ugrinowitsch C. Efeito da familiarização na estabilização dos valores de 1RM para homens e mulheres. *Motriz.* 2011;17(4):610-7.

41. Kim JS, Cross JM, Bamman MM. Impact of resistance loading on myostatin expression and cell cycle regulation in young and older men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2005;288(6):E1110-9.
42. Kim JS, Kosek DJ, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Resting and load-induced levels of myogenic gene transcripts differ between older adults with demonstrable sarcopenia and young men and women. *J Appl Physiol.* 2005;99(6):2149-58.
43. Sale DG, MacDougall JD, Alway SE, Sutton JR. Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and women and male bodybuilders. *J Appl Physiol.* 1987;62(5):1786-93.
44. Schantz P, Randall-Fox E, Hutchison W, Tyden A, Astrand PO. Muscle fibre type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans. *Acta Physiol Scand.* 1983;117(2):219-26.
45. Schoenfeld BJ. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Res.* 2012;26(5):1441-53.
46. Sharples AP, Stewart CE. Myoblast models of skeletal muscle hypertrophy and atrophy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2011;14(3):230-6.
47. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):709-31.
48. Breen L, Phillips SM. Nutrient interaction for optimal protein anabolism in resistance exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2012;15(3):226-32.
49. Phillips SM. The science of muscle hypertrophy: making dietary protein count. *Proc Nutr Soc.* 2011;70(1):100-3.
50. Staron RS, Murray TF, Gilders RM, Hagerman FC, Hikida RS, Ragg KE. Influence of resistance training on serum lipid and lipoprotein concentrations in young men and women. *J Strength Cond Res.* 2000;14(1):37-44.

CAPÍTULO 3

EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE FORÇA E RESISTÊNCIA DE FORÇA EM HOMENS E MULHERES

3.1 RESUMO

O propósito do presente estudo foi verificar o efeito de 16 semanas de treinamento com pesos (TP) sobre indicadores de força e resistência de força em homens e mulheres. Para tanto, 31 homens (22,6 anos, 68,2 kg, 174,0 cm, 22,4 kg/m²) e 33 mulheres (22,8 anos, 59,0 kg, 162,6 cm, 22,2 kg/m²) foram submetidos a 16 semanas de TP com uma frequência de três sessões semanais em dias alternados. A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de 1-RM nos exercícios supino em banco horizontal (SUP), agachamento (AGA) e rosca direta de bíceps (ROS). A resistência de força foi avaliada nos mesmos exercícios por meio de um protocolo composto por quatro séries até a exaustão voluntária a 80% de 1-RM. Interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi identificada no teste de 1-RM somente no exercício SUP, indicando um maior ganho de força nas mulheres (+29%) com relação aos homens (+19%). O número de repetições executadas aumentou com interação grupo vs. tempo significativa ($P < 0,05$) no exercício SUP (homens = +17% e mulheres = + 19%) e no somatório de repetições entre os exercícios (homens = +3% e mulheres = +11%). Os resultados sugerem que as adaptações nos parâmetros de força muscular podem ser influenciadas pelo sexo, com as mulheres apresentando melhores respostas ao TP.

Palavras-Chave: Treinamento resistido. Força máxima. Fadiga muscular. Dimorfismo sexual.

3.2 INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP) é uma modalidade de exercício físico capaz de promover uma série de benefícios neuromusculares, tais como a melhoria da força muscular em suas diferentes manifestações (força máxima, resistência de força, entre outras)⁽¹⁾. Assim, a prática regular de TP tem sido utilizada por diferentes populações (jovens, adultos e idosos) para finalidades diversas (prevenção, promoção e reabilitação da saúde; melhoria do desempenho esportivo, etc...).

Embora, existam fortes evidências de que tanto homens quanto mulheres aumentam os níveis de força muscular em resposta a prática do TP, a magnitude das respostas pode ser modulada por inúmeros fatores (volume e intensidade do treinamento, tempo de aplicação do protocolo de treinamento, nível de aptidão física inicial do praticante, experiência prévia com TP, entre outras). Entretanto, até o presente momento existem poucas informações disponíveis na literatura sobre a existência ou não de dimorfismo sexual nas respostas adaptativas ao TP.

Nesse sentido, alguns estudos têm sido conduzidos em homens e mulheres na tentativa de analisar possíveis diferenças nos ganhos de força muscular entre os sexos, indicando uma melhor resposta nas mulheres⁽²⁻⁸⁾, nos homens^(4,6) ou, ainda, um comportamento semelhante⁽⁹⁻¹²⁾. Vale destacar que a maioria desses estudos tem limitado a análise a períodos relativamente curtos de acompanhamento^(2,3,8-16), sem monitoramento de importantes variáveis de confundimento, tais como o nível de aptidão física dos participantes^(2,3,5-7,11,13-19) e a familiarização aos testes de força. Nesse sentido, estudos ao longo da última década têm indicado que as modificações na força muscular quando avaliadas por meio de testes de 1-RM podem ser afetadas pela falta de familiarização prévia a este tipo de teste⁽²⁰⁻²²⁾ e esta conduta não tem sido relatada em muitos estudos disponíveis na literatura, logo a magnitude das respostas encontradas após um determinado período de TP pode ter sido relativamente ou, até mesmo, bastante comprometida. Considerando que tais variáveis podem afetar a magnitude das respostas ao TP, provavelmente os resultados destes trabalhos possam estar sub ou superestimados.

Por outro lado, algumas investigações têm procurado analisar possíveis diferenças na capacidade de resistência à fadiga entre homens e mulheres^(23,24). Entretanto, são raros os estudos endereçados a verificar o impacto de um programa

de TP sobre essa variável. Acredita-se que a maior capacidade de resistir a fadiga favoreça ao treinamento com maior sobrecarga tensional e metabólica, bastante utilizado para hipertrofia e ganhos de força muscular.

Considerando o interesse crescente de homens e mulheres pela prática do TP, estudos que investiguem o impacto de programas de treinamento similares executados por homens e mulheres podem favorecer pesquisadores e profissionais na tomada de decisão referente a estruturação dos programas de treinamento. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de 16 semanas de TP sobre a força muscular e a resistência de força em homens e mulheres. A nossa hipótese é que as modificações tanto na força quanto na resistência muscular ao longo de diversas semanas de TP sejam influenciadas pelo sexo.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Sujeitos

Inicialmente, 95 sujeitos (44 homens e 51 mulheres) foram selecionados voluntariamente para participarem deste estudo. Todavia, ao longo do período experimental, 13 homens e 18 mulheres desistiram por diferentes motivos (desistência voluntária, falta de tempo para a realização do treinamento e lesões articulares) ou foram excluídos das análises por não atingirem uma frequência mínima de 75% as sessões de TP. Portanto, a amostra final do estudo foi composta por 31 homens ($22,6 \pm 0,8$ anos, $68,2 \pm 1,7$ kg, $174,0 \pm 1,3$ cm, $22,4 \pm 0,4$ kg/m²) e 33 mulheres ($22,8 \pm 0,7$ anos, $59,0 \pm 2,1$ kg, $162,6 \pm 1,1$ cm, $22,2 \pm 0,6$ kg/m²). A divulgação do projeto foi realizada no Centro de Educação Física e Esporte da universidade local por meio de exposição em salas de aula e cartazes e, também, por anúncios em correio eletrônico. Como critérios iniciais de inclusão no estudo os sujeitos deveriam ser sedentários ou moderadamente ativos (atividade física regular inferior a duas vezes por semana) e no caso de possuírem experiência em TP estarem há no mínimo seis meses afastados dessa prática; não poderiam ser usuários de esteróides anabólicos e/ou suplementação de creatina nos últimos três meses. As informações quanto ao uso ou não dessas substâncias, das atividades físicas praticadas no cotidiano e da experiência prévia em TP foram obtidas por meio de auto-relato em entrevista prévia.

Todos os sujeitos após serem informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, bem como os riscos e benefícios da presente investigação, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A). Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa que analisou o impacto do TP e da suplementação de creatina em homens e mulheres que foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade local, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (Anexo B).

3.3.2 Antropometria

A massa corporal foi medida em uma balança de plataforma, digital, marca Urano, modelo PS 180 com precisão de 0,1 kg foi utilizada, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com procedimentos padronizados descritos na literatura⁽²⁵⁾. A partir das medidas de peso e estatura o índice de massa corporal foi calculado por meio da razão entre a massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m).

3.3.3 Força Máxima

A força muscular máxima foi determinada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino em banco horizontal (SUP), agachamento (AGA) e rosca direta de bíceps (ROS), respectivamente. O intervalo entre os exercícios foi de cinco minutos. Esses exercícios foram escolhidos por serem bastante populares nos treinamentos com pesos de indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Cada um dos três exercícios foi precedido por uma série de aquecimento (6 a 10 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa no teste de 1-RM. A testagem foi iniciada dois minutos após o aquecimento. Os indivíduos foram orientados para tentarem completar duas repetições. Caso fossem completadas duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa foi executada após um intervalo de recuperação de três a cinco minutos com uma carga superior (primeira

possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior. Tal procedimento foi repetido novamente em uma terceira e derradeira tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível ao indivíduo completar somente uma única repetição máxima⁽²⁶⁾.

Previamente ao início do estudo foi empregado um protocolo de familiarização na tentativa de reduzir os efeitos de aprendizagem e estabelecer a reprodutibilidade dos testes nos três exercícios. Todos os sujeitos foram testados, em situação semelhante ao protocolo adotado, em quatro sessões distintas intervaladas por períodos de 48 a 72 h (coeficiente de correlação intraclassa $\geq 0,97$ e coeficiente de variação $\leq 0,12$). Vale ressaltar que a forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada na tentativa de garantir a eficiência do teste.

3.3.4 Resistência de Força e Índice de Fadiga

Um protocolo para avaliação da resistência de força e índice de fadiga (IF) foi aplicado 48 horas após o teste de 1-RM, nos três exercícios descritos anteriormente. A ordem de execução dos exercícios nesse protocolo foi idêntica à adotada durante o teste de 1-RM. O protocolo consistiu da execução de quatro séries em cada exercício, a 80% de 1-RM, até a exaustão voluntária. Os sujeitos foram orientados para tentar executar o máximo de repetições possíveis em cada uma das séries até que se configurasse uma incapacidade funcional de vencer a resistência oferecida. O intervalo de recuperação, entre as séries, foi de dois minutos e, entre os diferentes exercícios, de cinco minutos.

Os três exercícios foram precedidos por uma série de aquecimento, no próprio equipamento, de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga estabelecida para cada exercício. A resistência de força foi determinada pelo somatório de repetições executadas nas quatro séries. A taxa de declínio de força entre a primeira e a quarta série de cada exercício foi utilizada como IF, de acordo com a equação abaixo, proposta por Sforzo e Touey⁽²⁷⁾:

$$IF = [(FT_{(1a. \text{ série})} - FT_{(4a. \text{ série})}) / FT_{(1a. \text{ série})}] * 100\%$$

Onde IF = índice de fadiga e FT = força total (carga levantada X número de repetições executadas durante a série).

3.3.5 Treinamento com Pesos

O protocolo de treinamento foi dividido em duas etapas, cada qual com duração de oito semanas consecutivas, intercaladas por duas semanas de intervalo, sem qualquer tipo de treinamento para a reestruturação do programa de exercícios. O protocolo de treinamento nas duas etapas envolveu um programa de TP que foi realizado em três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras).

Na primeira etapa o programa foi composto por 10 exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, sendo adotada uma montagem alternada por segmento. Os exercícios utilizados de acordo com a respectiva ordem de execução foram: supino em banco horizontal, *leg press* 45°, puxador alto, mesa extensora, elevação lateral de ombro, mesa flexora, rosca direta, panturrilha no *leg press* horizontal, tríceps *pulley* e abdominal. Na segunda etapa o programa seguiu uma montagem alternada por segmento, composto por 12 exercícios realizados na seguinte ordem: supino em banco horizontal, crucifixo em banco inclinado, puxador alto, remada baixa, desenvolvimento, rosca direta, rosca testa, mesa extensora, *leg press* 45°, mesa flexora, panturrilha sentada e abdominal. Ambos os programas utilizaram três séries por exercício. O número de repetições utilizadas em cada uma dessas séries foi de 8 a 12-RM, sendo utilizado o método de cargas fixas. Nessas duas programações as únicas exceções foram os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15 a 20-RM) e abdômen (150 a 300 RM).

As cargas utilizadas foram compatíveis com o número de repetições máximas estipuladas para as três séries de cada exercício. Assim, durante o decorrer do experimento, foram realizados reajustes semanais da carga de treinamento durante a última sessão de treinos de cada semana, na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada. Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes semanais nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios foram estabelecidos com base nos resultados obtidos mediante a aplicação de testes de peso por repetições máximas⁽²⁸⁾. Vale ressaltar que, em ambas as etapas, o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries, durante cada exercício, foi de 60 a 90 s e entre os

exercícios de dois a três minutos. Embora a velocidade de execução não tenha sido monitorada, os participantes foram orientados a realizar as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1 : 2, respectivamente. Os sujeitos foram orientados, ainda, para não realizarem nenhum outro tipo de atividade física regular sistematizada durante o período de duração do estudo, de modo que o impacto do treinamento com pesos pudesse ser avaliado de forma isolada.

3.3.6 Delineamento Experimental

Os participantes foram avaliados em dois momentos distintos, no baseline e após 16 semanas de intervenção com o TP. Ao longo do período de intervenção, os indivíduos foram submetidos a dois protocolos de TP com duração de oito semanas cada, na tentativa de evitar o efeito platô nas adaptações neuromusculares e oferecer uma sobrecarga progressiva. Para tanto, a evolução da sobrecarga de trabalho foi acompanhada semanalmente.

3.3.7 Tratamento Estatístico

Os dados estão apresentados em média e erro padrão. Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi utilizado para testar a homocedasticidade, ao passo que a esfericidade dos dados foi verificada mediante o teste de Mauchly. Quando este último pressuposto foi violado, a correção de Greenhouse-Geisser foi adotada. O teste t de Student para amostras independentes foi empregado para as comparações entre as características iniciais dos grupos (Homens vs Mulheres). Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre os sexos nos diferentes períodos de tempo. Nas variáveis em que as condições iniciais dos grupos foram estatisticamente diferentes, análise de covariância (ANCOVA) foi empregada, com as medidas de linha de base sendo adotadas como covariáveis. O teste *post hoc* de Bonferroni, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$. A magnitude das diferenças nas variáveis estudadas foi calculada a partir do tamanho do efeito (TE) utilizando o procedimento

recomendado por Cohen⁽²⁹⁾, cujo tamanho do efeito de 0,20 - 0,49 foi considerado pequeno, 0,50 - 0,79 como moderado e $\geq 0,80$ como de grande magnitude. Os dados foram processados no *software* STATISTICA versão 7.0.

3.4 Resultados

A experiência prévia em TP foi similar entre homens e mulheres incluídos no estudo ($10,7 \pm 2,3$ meses e $11,2 \pm 2,9$ meses, respectivamente, $P = 0,896$). A carga máxima levantada nos testes de 1-RM nos três exercícios analisados e o total de carga levantada nos diferentes momentos do estudo é apresentada na Tabela 3.1. O TP promoveu ganhos de força muscular em homens e mulheres nos três exercícios analisados e no total de carga levantada. Uma interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi identificada apenas no exercício SUP, com as mulheres apresentando maiores ganhos relativos do que os homens. Um TE de grande magnitude foi observado no SUP e no total de carga levantada para ambos os sexos. Por outro lado, um TE de moderada magnitude foi revelado no AGA, tanto em homens quanto mulheres enquanto na ROS o TE foi de moderada magnitude nos homens e de grande magnitude nas mulheres.

A Tabela 3.2 apresenta o número máximo de repetições realizadas nas quatro séries nos exercícios analisados, bem como o somatório total de repetições realizadas nos três exercícios. Interação significativa grupo x tempo foi observada no SUP ($P < 0,001$) e no somatório de repetições entre os exercícios ($P < 0,05$), indicando um maior aumento no número de repetições para as mulheres em relação aos homens. Em relação ao TE, este foi de grande magnitude apenas no SUP nos homens e de moderada magnitude nas mulheres.

O IF nos três exercícios analisados, nos diferentes momentos é apresentado na Tabela 3.3. Uma redução significativa no IF foi verificada independente do sexo, nos exercícios SUP e ROS. Os homens apresentaram um TE de grande magnitude no SUP e ROS e de moderada magnitude no AGA, enquanto as mulheres apresentaram um TE de grande magnitude no SUP e moderada magnitude na ROS.

A Figura 3.1. apresenta a carga de trabalho da sessão em cada semana ao longo das duas etapas do estudo. ANCOVA indicou interação significativa grupo x tempo na primeira etapa de treinamento (semana 1-8), indicando um maior ganho

relativo de força para as mulheres em relação aos homens nas primeiras oito semanas de treinamento (Mulheres = +51,4%, Homens = +42,6%). Entretanto, esse comportamento não foi confirmado na segunda etapa do experimento, indicando que o ganho de força ao longo das semanas ocorreu independentemente do sexo do indivíduo (Homens = +23,6%, Mulheres = +28,9%). Um TE de grande magnitude foi observado em ambos os sexos tanto na primeira etapa (Homens = 2,11 e Mulheres = 2,12) quanto na segunda etapa (Homens = 1,51 e mulheres = 1,31) de treinamento.

Tabela 3.1 - Teste de 1-RM (kg) nos momentos pré e pós-treinamento no supino, agachamento, rosca direta e no somatório dos três exercícios em homens e mulheres.

	Homens (n = 31)	Mulheres (n = 33)	Efeitos	F	P
Supino (kg)			ANCOVA		
Pré	62,7 ± 2,8	30,0 ± 1,1	Grupo	5,78	< 0,05
Pós	75,0 ± 2,8*	38,7 ± 1,3*	Tempo	30,50	< 0,001
Δ%	+19,6	+29,0	Interação	5,78	< 0,05
TE	0,80	1,40			
Agachamento (kg)			ANCOVA		
Pré	119,8 ± 3,8	76,3 ± 2,8	Grupo	0,37	0,541
Pós	134,0 ± 3,7*	88,2 ± 3,5*	Tempo	4,97	< 0,05
Δ%	+11,8	+15,6	Interação	0,37	0,541
TE	0,68	0,74			
Rosca (kg)			ANCOVA		
Pré	38,4 ± 1,3	21,0 ± 0,6	Grupo	1,20	0,276
Pós	43,5 ± 1,3*	26,7 ± 0,8*	Tempo	18,26	< 0,001
Δ%	+13,9	+27,1	Interação	1,20	0,276
TE	0,69	1,54			
Total (kg)			ANCOVA		
Pré	223,0 ± 7,0	127,4 ± 4,1	Grupo	3,08	0,084
Pós	254,9 ± 6,4*	153,2 ± 5,2*	Tempo	17,26	< 0,001
Δ%	+14,3	+20,2	Interação	3,08	0,084
TE	0,82	1,09			

Nota. * = $P < 0,05$ vs Pré. TE = Tamanho do efeito. Os dados estão apresentados em média e erro padrão.

Tabela 3.2 - Número máximo de repetições nos momentos pré e pós-treinamento no supino, agachamento, rosca direta e no somatório dos três exercícios em homens e mulheres.

	Homens (n = 31)	Mulheres (n = 33)	Efeitos	F	P
Supino (rep)			ANCOVA		
Pré	16,0 ± 0,5	18,7 ± 0,9	Grupo	15,55	< 0,001
Pós	18,7 ± 0,5*	22,3 ± 0,9*	Tempo	126,62	< 0,001
Δ%	+16,9	+19,2	Interação	15,55	< 0,001
TE	1,00	0,67			
Agachamento (rep)			ANOVA		
Pré	21,3 ± 1,9	17,9 ± 1,5	Grupo	1,09	0,299
Pós	19,6 ± 1,3	19,4 ± 1,5	Tempo	0,01	0,926
Δ%	-8,0	+8,4	Interação	1,21	0,276
TE	-0,16	0,18			
Rosca (rep)			ANCOVA		
Pré	13,5 ± 0,7	19,1 ± 1,1	Grupo	3,95	0,06
Pós	13,6 ± 0,8	19,2 ± 1,1	Tempo	15,82	< 0,001
Δ%	+0,74	+0,52	Interação	3,95	0,06
TE	0,03	0,01			
Total (rep)			ANCOVA		
Pré	50,8 ± 2,2	58,3 ± 2,4	Grupo	7,51	< 0,05
Pós	51,7 ± 1,6	61,4 ± 2,5*	Tempo	65,0	< 0,001
Δ%	+3,3	+11,3	Interação	7,51	< 0,05
TE	0,14	0,45			

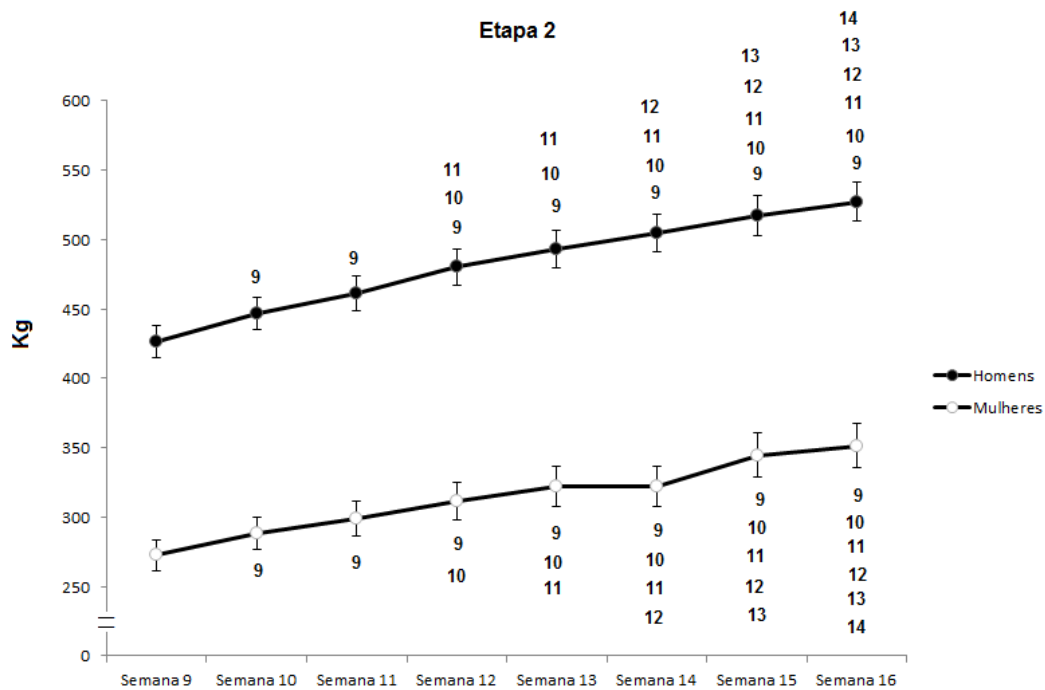
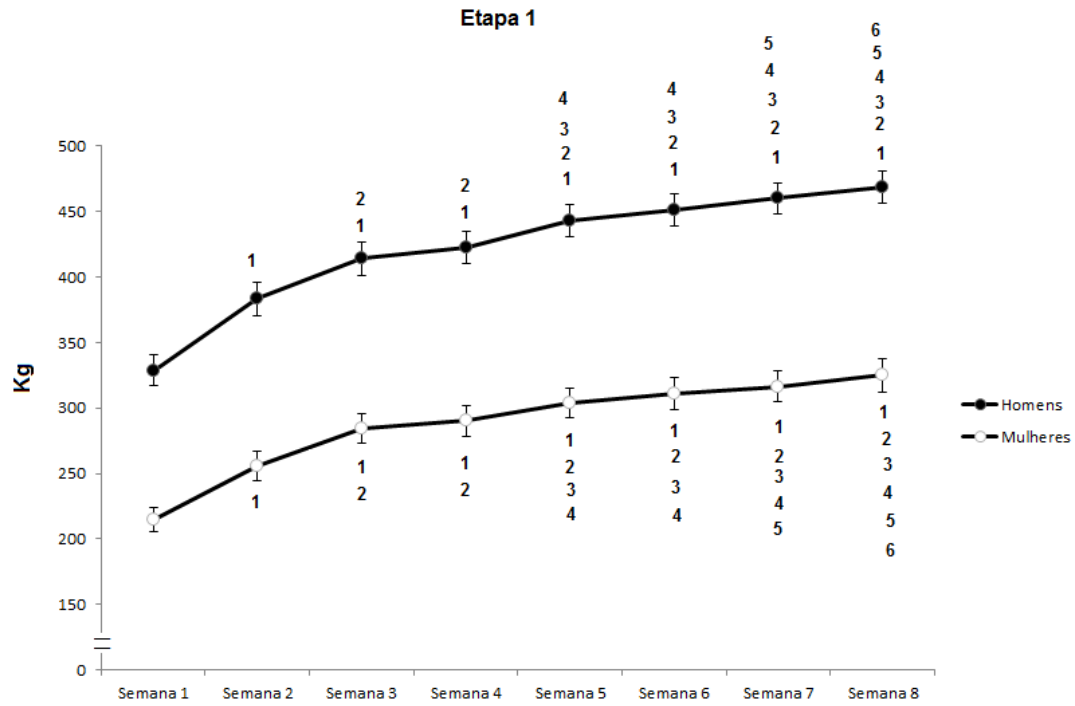
Nota. * = $P < 0,05$ vs Pré. TE = Tamanho do efeito. Os dados estão apresentados em média e erro padrão.

Tabela 3.3 - Índice de fadiga nos momentos pré e pós-treinamento no supino, agachamento, rosca direta e no somatório dos três exercícios em homens e mulheres.

	Homens (n = 31)	Mulheres (n = 33)	Efeitos	F	P
Supino (rep)			ANCOVA		
Pré	77,3 ± 2,2	70,0 ± 2,6	Grupo	0,93	0,337
Pós	64,3 ± 2,2*	57,9 ± 3,6 *	Tempo	11,20	< 0,001
Δ%	-16,8	-17,2	Interação	0,93	0,337
TE	-1,09	-0,80			
Agachamento (rep)			ANOVA		
Pré	71,8 ± 3,5	64,1 ± 5,0	Grupo	0,27	0,605
Pós	61,1 ± 5,1	63,3 ± 4,9	Tempo	1,42	0,238
Δ%	-15,0	-1,2	Interação	1,07	0,305
TE	-0,55	-0,03			
Rosca (rep)			ANCOVA		
Pré	67,8 ± 3,3	57,6 ± 3,1	Grupo	0,01	0,969
Pós	50,3 ± 4,3*	47,6 ± 3,8*	Tempo	7,27	< 0,05
Δ%	-25,8	-17,3	Interação	0,01	0,969
TE	-0,96	-0,56			

Nota. * = $P < 0,05$ vs Pré. TE = Tamanho do efeito. Os dados estão apresentados em média e erro padrão.

Figura 3.1 - Carga de trabalho da sessão em cada semana nas diferentes etapas. 1 = $P < 0,05$ vs Semana 1; 2 = $P < 0,05$ vs Semana 2; 3 = $P < 0,05$ vs Semana 3; 4 = $P < 0,05$ vs Semana 4; 5 = $P < 0,05$ vs Semana 5; 6 = $P < 0,05$ vs Semana 6; 9 = $P < 0,05$ vs Semana 9; 10 = $P < 0,05$ vs Semana 10; 11 = $P < 0,05$ vs Semana 11; 12 = $P < 0,05$ vs Semana 12; 13 = $P < 0,05$ vs Semana 13; 14 = $P < 0,05$ vs Semana 14. As barras indicam o erro padrão.



3.5 DISCUSSÃO

Os principais resultados encontrados neste estudo foram que os ganhos de força muscular induzidos pelo TP aparentemente são dependentes do sexo do indivíduo e da tarefa motora realizada, com as mulheres apresentando maior evolução do que os homens nos exercícios para o tronco e membros superiores.

Os ganhos de força máxima ocorreram em magnitudes diferenciadas em homens e mulheres no exercício SUP, no qual as mulheres tiveram um maior ganho em relação aos homens após 16 semanas de TP. Adicionalmente, a razão de força muscular entre homens e mulheres foi modificada de 2,1; 1,6 e 1,8 nos exercícios SUP, AGA e ROS, respectivamente, no baseline para para 1,9; 1,5 e 1,6, no pós-treinamento. Estes achados concordam com estudos prévios que também encontraram maiores ganhos de força nas mulheres no SUP^(5,6), embora esse comportamento não tenha sido confirmado em outras investigações^(9-12,18). Diferenças no tempo de intervenção e nos protocolos de TP utilizados podem explicar, pelo menos em parte, tais diferenças entre os estudos analisados.

Nesse sentido, quatro dos cinco estudos citados anteriormente que não identificaram diferenças entre os sexos no ganho de força muscular no SUP utilizaram entre sete e 12 semanas de treinamento⁽⁹⁻¹²⁾, ao passo que os estudos que identificaram diferenças, incluindo o presente trabalho, utilizaram um período de tempo superior, entre 16 e 24 semanas. Portanto, o tempo de intervenção parece exercer influência sobre os ganhos de força de homens e mulheres. Dos estudos revisados, o único que não confirmou a presença de dimorfismo sexual nos níveis de força em intervenções superiores a 16 semanas⁽¹⁸⁾ se limitou a investigar um número reduzido de sujeitos (oito homens e seis mulheres), o que reduz acentuadamente o poder estatístico para identificar diferenças significantes entre os grupos.

Com relação ao exercício AGA, os resultados do presente trabalho confirmam informações publicadas anteriormente que indicaram a ausência de dimorfismo sexual^(10,12). Entretanto, Kosek et al.⁽⁴⁾ encontraram maiores ganhos de força muscular nesse exercício nos homens, após 16 semanas de TP. As divergências entre os estudos pode estar atrelada, principalmente, a diferenças no programa de treinamento utilizado. Enquanto o presente estudo e aqueles conduzidos por Salvador et al.⁽¹²⁾ e de Dias et al.⁽¹⁰⁾ não incluíram no programa de treinamento o exercício AGA, o estudo de Kosek et al.⁽⁴⁾ incluiu.

O presente trabalho também não identificou diferença entre homens e mulheres no ganho de força máxima no exercício ROS corroborando informações relatadas anteriormente em diversos estudos^(2,5,6,10,12,17). Entretanto, dois estudos^(3,16) identificaram maior ganho de força nas mulheres no exercício de flexão dos cotovelos. Uma possível justificativa para as diferenças encontradas nos estudos citados^(3,16) pode estar relacionada a estruturação do protocolo de TP, uma vez que tais estudos utilizaram cinco exercícios na rotina de TP, dos quais três foram destinados ao desenvolvimento dos grupos musculares responsáveis pela flexão do cotovelo.

Embora no presente estudo tenham sido encontrados ganhos significantes no somatório das cargas levantadas nos três exercícios analisados, não foram identificadas diferenças na evolução relativa de homens e mulheres. Dois estudos prévios que utilizaram procedimentos metodológicos semelhantes também não observaram ganhos diferenciados entre homens e mulheres^(10,12).

Embora testes de 1-RM sejam muito utilizados em experimentos científicos, principalmente para o monitoramento e padronização da avaliação de força muscular, assim como para a prescrição de protocolos de treinamento, sua aplicação prática no ambiente das academias é limitado pelo longo tempo de duração e a necessidade de auxiliares treinados. Desse modo, na maioria das vezes, o monitoramento dos ganhos de força muscular é feito a partir da evolução das cargas utilizadas em cada exercício do programa de treinamento.

No presente estudo essa abordagem possibilitou identificar maiores ganhos de força semanal nas mulheres nas primeiras oito semanas de treinamento em relação aos homens. Apesar de os mecanismos envolvidos nas diferentes respostas encontradas entre os sexos para a força muscular ainda não estarem bem definidos, diferenças neurais entre os sexos não podem ser desprezadas, principalmente, nas primeiras semanas de TP⁽³⁰⁾. Nesse sentido, Lemmer et al.⁽³¹⁾ reportaram um aumento na força do membro contralateral somente nas mulheres, após nove semanas de TP unilateral em homens e mulheres, indicando diferenças entre os sexos nas respostas neurais. Adicionalmente, não se pode descartar que uma melhor recuperação entre as sessões de treinamento⁽³²⁾ ou, ainda, um menor dano muscular após as sessões de TP nas mulheres⁽³³⁾, são fatores que podem exercer papel importante nesse processo.

Não obstante, a experiência prévia ao TP, é um fator importante que exerce um forte impacto nos ganhos de força muscular, uma vez que sujeitos menos treinados possuem um maior potencial para os ganhos de força⁽³⁴⁾. Entretanto, este fator foi minimizado no presente estudo, já que a experiência prévia foi igual entre os sexos. Vale destacar, contudo, a dificuldade de quantificação da sobrecarga de TP a partir da simples aplicação de questionário, uma vez que é provável que mesmo com igual experiência prévia, homens e mulheres tenham sido submetidos a treinamentos bastante distintos.

A resistência de força neste estudo foi analisada por meio do número máximo de repetições executadas em protocolo específico e pelo IF observado em cada exercício analisado. Em relação ao número máximo de repetições, observou-se um melhor resultado entre as mulheres no SUP, diferente dos resultados encontrados por Hunter⁽¹¹⁾ e Salvador et al.⁽¹²⁾ em períodos de intervenção mais reduzidos. Estes resultados sugerem que o tempo de treinamento pode exercer um papel importante na treinabilidade de resistência de força de homens e mulheres.

Embora o programa de TP não tenha provocado alterações no IF, as mulheres apresentaram menores quedas de desempenho já no início do estudo com as diferenças se mantendo ao final da intervenção. Neste sentido, alguns estudos tem demonstrado que as mulheres parecem possuir uma maior resistência à fadiga quando essa variável é analisada por meio de exercícios isométricos⁽²⁴⁾, mas não em exercícios dinâmicos^(24,35). Ademais, poucos estudos verificaram o efeito de um programa de TP sobre indicadores de resistência a fadiga utilizando ações isoenergéticas. Alguns mecanismos associados ao volume de massa muscular, utilização de substrato energético, morfologia muscular, ativação neuromuscular e a tarefa motora executada têm sido sugeridos para explicar possíveis diferenças entre os sexos na resistência a fadiga^(23,24,36).

O presente estudo apresenta algumas limitações. O método utilizado para avaliação da força muscular permite uma análise indireta de acordo com as cargas máximas levantadas. Esse método apresenta importantes limitações no que tange a experiência prévia dos avaliados, nível de motivação e grau de tolerância ao esforço. Acreditamos que a utilização de um processo de familiarização prévia neste estudo pode ter atenuado em parte essas limitações. Além disso, o protocolo de avaliação da fadiga permitiu apenas a análise da queda de desempenho observado entre as séries. Entretanto, a análise dos possíveis mecanismos envolvidos precisaria

envolver métodos mais objetivos e mais consistentes tais como eletromiografia e biópsia muscular. Por outro lado, a uniformização dos protocolos de treinamento em ambas as etapas do estudo, a aplicação de sobrecargas progressivas e o acompanhamento semanal das cargas de TP são pontos fortes do presente estudo que valorizam os resultados encontrados favorecendo a tomada de decisão para a prescrição de programas de TP em homens e mulheres adultos.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo sugerem que as adaptações nos parâmetros de força muscular podem ser influenciadas pelo sexo. As mulheres apresentaram uma melhor resposta de força muscular ao TP com relação aos homens, principalmente nas primeiras oito semanas de treinamento.

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Deruisseau KC, Roberts LM, Kushnick MR, Evans AM, Austin K, Haymes EM. Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):241-8.
3. Hubal MJ, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(6):964-72.
4. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Appl Physiol.* 2006;101(2):531-44.
5. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(4):532-41.
6. Lemmer JT, Martel GF, Hurlbut DE, Hurley BF. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):731-7.
7. O'Hagan FT, Sale DG, MacDougall JD, Garner SH. Response to resistance training in young women and men. *Int J Sports Med.* 1995;16(5):314-21.
8. Kell RT. The influence of periodized resistance training on strength changes in men and women. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):735-44.
9. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81(3):174-80.
10. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FLC, Oliveira AR. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(4):224-8.
11. Hunter GR. Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA.* 1985;4:26-8.
12. Salvador EP, Ritti-Dias RM, Gurjão ALD, Avelar A, Pinto LG, Cyrino ES. Effect of eight weeks of strength training on fatigue resistance in men and women. *Isokinet Exerc Sci* 2009;17:101-6.
13. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(11):M641-8.

14. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol*. 2006;91(2):457-64.
15. Staron RS, Murray TF, Gilders RM, Hagerman FC, Hikida RS, Ragg KE. Influence of resistance training on serum lipid and lipoprotein concentrations in young men and women. *J Strength Cond Res*. 2000;14(1):37-44.
16. Peterson MD, Pistilli E, Haff GG, Hoffman EP, Gordon PM. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(6):1063-71.
17. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM, Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20(4):338-44.
18. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(11):1428-33.
19. Weiss LW, Clark FC, Howard DG. Effects of heavy-resistance triceps surae muscle training on strength and muscularity of men and women. *Phys Ther*. 1988;68(2):208-13.
20. Soares-Caldeira LF, Ritti-Dias RM, Okuno NM, Cyrino ES, Gurjao AL, Ploutz-Snyder LL. Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. *J Strength Cond Res*. 2009;23(7):2039-45.
21. Ritti-Dias RM, Avelar A, Salvador EP, Cyrino ES. Familiarização ao teste de 1-RM em mulheres com experiência prévia em treinamento com pesos. *R da Educação Física/UEM*. 2009;20(3):423-9.
22. Ritti-Dias RM, Avelar A, Salvador EP, Cyrino ES. Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. *J Strength Cond Res*. 2011;25(5):1418-22.
23. Hicks AL, Kent-Braun J, Ditor DS. Sex differences in human skeletal muscle fatigue. *Exerc Sports Sci Rev*. 2001;29(3):109-12.
24. Hunter SK. Sex differences and mechanisms of task-specific muscle fatigue. *Exerc Sports Sci Rev*. 2009;37(3):113-22.
25. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight In: Lohman TG, Roche AF, Martorel R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 3-8.
26. Clarke DH. Adaptations in strength and muscular endurance resulting from exercise. In: Wilmore JH, editor. *Exercise and Sports Sciences Reviews*. New York: Academic Press; 1973. p. 73-102.
27. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Strength Cond Res*. 1996;10(1):20-4.

28. Rodrigues CEC, Rocha PECP. *Musculação: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Sprint; 2003.
29. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988.
30. Okano AH, Cyrino ES, Nakamura FY, Guariglia DA, Nascimento MA, Avelar A, et al. Behavior of the muscle strength and arm muscle area during 24 weeks of weight training. *Braz J Kinanthropometry Hum Perf*. 2008;10:379-85.
31. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(8):1505-12.
32. Flores DF, Gentil P, Brown LE, Pinto RS, Carregaro RL, Bottaro M. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. *J Strength Cond Res*. 2011;25(11):3039-44.
33. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol*. 2000;89(6):2325-32.
34. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(11 Suppl):3-16.
35. Clark BC, Manini TM, The DJ, Doldo NA, Ploutz-Snyder LL. Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression. *J Appl Physiol*. 2003;94(6):2263-72.
36. Avin KG, Naughton MR, Ford BW, Moore HE, Monitto-Webber MN, Stark AM, et al. Sex differences in fatigue resistance are muscle group dependent. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(10):1943-50.

CAPÍTULO 4

EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS SOBRE INDICADORES DE HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS E MULHERES

4.1 Resumo

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de 16 semanas de treinamento com pesos (TP) sobre indicadores de hipertrofia muscular em homens e mulheres. Para tanto, 31 homens (22,6 anos, 68,2 kg, 174,0 cm, 22,4 kg/m²) e 21 mulheres (22,7 anos, 60,2 kg, 162,2 cm, 22,7 kg/m²) foram submetidos a 16 semanas de TP para hipertrofia muscular, com uma frequência de três sessões semanais em dias alternados. A massa muscular esquelética (MME) foi estimada por meio de medidas antropométricas, circunferências de braço relaxado, braço contraído, tronco, coxa e panturrilha foram obtidas, a quantidade de água corporal total (ACT) e as frações intracelular (ACI) e extracelular (ACE) foram estimadas por bioimpedância, utilizando um analisador espectral (Xitron 4200 Bioimpedance Spectrum Analyzer). Os resultados indicaram que homens e mulheres após o programa de TP obtiveram aumentos significantes ($P < 0,05$) na MME (homens = +1,6% e mulheres = +1,8%), ACT (homens = +7,5% e mulheres = +6,7%), ACI (homens = +8,3%, mulheres = +9,7%), circunferências do braço relaxado (homens = +5,2% e mulheres = +4,8%), braço contraído (homens = +4,2% e mulheres = +5,0%), tronco (homens = +1,9% e mulheres = +1,0%) e coxa (homens = +2,2% e mulheres = +3,7%), sem diferenças entre os sexos. Os resultados sugerem ausência de dimorfismo sexual na hipertrofia muscular induzida pelo TP.

Palavras-Chave: Treinamento resistido. Músculo esquelético. Sexo. Composição corporal.

4.2 INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP) é um modelo de exercício físico que proporciona um grande impacto sobre a musculatura esquelética⁽¹⁾. Contudo, as adaptações neste importante componente da composição corporal, podem ser afetadas por uma série de fatores como o sexo, idade, nível de atividade física, hábitos alimentares, regulação hormonal, entre outras⁽²⁾.

Entre esses fatores, o sexo é um dos que mais parece influenciar as respostas ao TP, em virtude das inúmeras diferenças entre homens e mulheres, sobretudo, com relação a composição corporal e a função muscular⁽²⁻⁴⁾. Considerando que, geralmente, homens possuem uma maior massa muscular em relação às mulheres⁽⁵⁾, espera-se que indivíduos do sexo masculino tenham um

maior ganho absoluto em resposta ao TP em relação às mulheres. Entretanto, considerando que o músculo aumenta de maneira geometricamente proporcional, uma análise relativa aos valores iniciais pode modificar a interpretação dos resultados.

Nesse sentido, diversos estudos⁽⁶⁻¹⁶⁾ contrastaram as respostas de homens e mulheres ao TP, a partir do comportamento da massa livre de gordura (MLG)⁽⁶⁻¹⁵⁾, dos quais alguns observaram incrementos relativos semelhantes^(7,8,14,16). Entretanto, a falta de um maior rigor metodológico, principalmente, no que tange ao tamanho da amostra, a ausência de controle dos hábitos alimentares dos sujeitos, a utilização de procedimentos estatísticos inadequados para análise dos resultados, a falta de progressão adequada a sobrecarga de treinamento, entre outros fatores confundidores dificultam uma análise mais consistente dos resultados publicados até o presente momento.

Além disso, os estudos publicados até o momento na área do TP tem si limitado a investigar indicadores da composição corporal como a MLG⁽⁶⁻¹⁵⁾, a AST^(7,10,13,14,16,17), a espessura muscular^(6,18), circunferências^(9,18) e a arquitetura muscular^(10,13,15). Portanto, pouco se sabe sobre o comportamento do componente hídrico intracelular que é um importante indicador de hipertrofia sarcoplasmática e que pode contribuir, em médio e longo prazo, para o desenvolvimento da hipertrofia miofibrilar^(19,20).

Partindo do princípio de que muitas pessoas são atraídas a praticar o TP por finalidades estéticas e que uma das principais modificações induzidas por este tipo de treinamento é a hipertrofia muscular, investigações que analisem o comportamento de homens e mulheres após diferentes períodos de intervenção podem favorecer o estabelecimento de estratégias de treinamento mais adequadas e que maximizem os ganhos. Com base nessas informações, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de 16 semanas de treinamento com pesos (TP) sobre indicadores de hipertrofia muscular em homens e mulheres. A nossa hipótese é que os homens respondem melhor ao TP, atingindo maiores ganhos hipertróficos do que as mulheres, a partir de treinamentos semelhantes.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 Sujeitos

Inicialmente, 95 sujeitos (44 homens e 51 mulheres) foram selecionados voluntariamente para participarem deste estudo. Todavia, ao longo do período experimental, 13 homens e 18 mulheres desistiram por diferentes motivos (desistência voluntária, falta de tempo para a realização do treinamento e lesões articulares) ou foram excluídos das análises por não atingirem uma frequência mínima de 75% as sessões de TP. Outras 12 mulheres foram excluídas das análises por estarem em diferentes períodos do ciclo menstrual nos momentos de avaliação. Portanto, a amostra final do estudo foi composta por 31 homens e 21 mulheres. A divulgação do projeto foi realizada no Centro de Educação Física e Esporte da universidade local por meio de exposição em salas de aula e cartazes e, também, por anúncios em correio eletrônico. Como critérios iniciais de inclusão no estudo os sujeitos deveriam ser sedentários ou moderadamente ativos (atividade física regular inferior a duas vezes por semana) e no caso de possuírem experiência em TP estarem há no mínimo seis meses afastados dessa prática; não poderiam ser usuários de esteróides anabólicos e/ou suplementação de creatina nos últimos três meses. As informações quanto ao uso ou não dessas substâncias, das atividades físicas praticadas no cotidiano e da experiência prévia em TP foram obtidas por meio de auto-relato em entrevista prévia.

Todos os sujeitos após serem informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, bem como os riscos e benefícios da presente investigação, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A). Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa que analisou o impacto do TP e da suplementação de creatina em homens e mulheres que foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade local, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (Anexo B).

4.3.2 Antropometria

A massa corporal foi medida em uma balança de plataforma, digital, marca Urano, modelo PS 180 com precisão de 0,1 kg foi utilizada, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com procedimentos padronizados descritos na literatura⁽²¹⁾. A partir das medidas de peso e estatura o índice de massa corporal foi calculado por meio da razão entre a massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m). Medidas de circunferências do braço relaxado, braço contraído, tronco, coxa e panturrilha foram obtidas por um único avaliador, por meio de uma fita métrica metálica flexível, com precisão de 0,1 cm, de acordo com as técnicas convencionais descritas por Callaway et al.⁽²²⁾

4.3.3 Composição Corporal

A quantidade de água corporal total (ACT) e suas frações intracelular (ACI) e extracelular (ACE) foram estimadas por bioimpedância, utilizando um analisador espectral (Xitron 4200 Bioimpedance Spectrum Analyzer). Os indivíduos foram posicionados em decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e dois no pé direito, de acordo com os procedimentos descritos na literatura⁽²³⁾. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, os sujeitos foram orientados a urinar cerca de 30 min antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 h, absterem-se do consumo de bebidas alcoólicas e cafeinadas por no mínimo 48 h e evitar o uso de diuréticos ao longo dos sete dias precedentes a cada avaliação. Para a estimativa da MME foi utilizada a equação proposta por Lee et al.⁽²⁴⁾ e validada por Gobbo et al.⁽²⁵⁾.

4.3.4 Ciclo Menstrual

Para a definição da fase do ciclo menstrual, assumiu-se como critério para a fase folicular o primeiro dia do ciclo (o dia em que ocorre a menstruação) até o

décimo quarto dia, e para a fase lútea considerou-se a segunda metade do ciclo (décimo quinto dia) até o dia que antecederesse a menstruação.

4.3.5 Hábitos Alimentares

Registros alimentares de três dias (Anexo C) foram utilizados para monitoramento dos hábitos alimentares dos participantes durante o período do estudo. Os dias da semana adotados para o preenchimento dos registros foram segunda, quinta e domingo.

As informações sobre a forma de preenchimento dos registros foram fornecidas individualmente aos participantes por uma nutricionista habituada a esse procedimento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinadas por meio do programa para avaliação nutricional Nut Win, versão 1.5. Todos os participantes foram orientados a não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

4.3.6 Treinamento com Pesos

O protocolo de treinamento foi dividido em duas etapas, cada qual com duração de oito semanas consecutivas, intercaladas por duas semanas de intervalo, sem qualquer tipo de treinamento para a reestruturação do programa de exercícios. O protocolo de treinamento nas duas etapas envolveu um programa de TP que foi realizado em três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras).

Na primeira etapa o programa foi composto por 10 exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, sendo adotada uma montagem alternada por segmento. Os exercícios utilizados de acordo com a respectiva ordem de execução foram: supino em banco horizontal, *leg press* 45°, puxador alto, mesa extensora, elevação lateral de ombro, mesa flexora, rosca direta, panturrilha no *leg press* horizontal, tríceps *pulley* e abdominal. Na segunda etapa o programa seguiu uma montagem alternada por segmento, composto por 12 exercícios realizados na seguinte ordem: supino em banco horizontal, crucifixo em banco inclinado, puxador alto, remada

baixa, desenvolvimento, rosca direta, rosca testa, mesa extensora, *leg press* 45°, mesa flexora, panturrilha sentada e abdominal. Ambos os programas utilizaram três séries por exercício. O número de repetições utilizadas em cada uma dessas séries foi de 8 a 12-RM, sendo utilizado o método de cargas fixas. Nessas duas programações as únicas exceções foram os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15 a 20-RM) e abdômen (150 a 300 RM).

As cargas utilizadas foram compatíveis com o número de repetições máximas estipuladas para as três séries de cada exercício. Assim, durante o decorrer do experimento, foram realizados reajustes semanais da carga de treinamento durante a última sessão de treinos de cada semana, na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada. Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes semanais nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios foram estabelecidos com base nos resultados obtidos mediante a aplicação de testes de peso por repetições máximas⁽²⁶⁾. Vale ressaltar que, em ambas as etapas, o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries, durante cada exercício, foi de 60 a 90 s e entre os exercícios de dois a três minutos. Embora a velocidade de execução não tenha sido monitorada, os participantes foram orientados a realizar as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1 : 2, respectivamente. Os sujeitos foram orientados, ainda, para não realizarem nenhum outro tipo de atividade física regular sistematizada durante o período de duração do estudo, de modo que o impacto do treinamento com pesos pudesse ser avaliado de forma isolada.

4.3.7 Delineamento Experimental

Os participantes foram avaliados em dois momentos distintos, no baseline após oito e 16 semanas de intervenção com o TP. Ao longo do período de intervenção, os indivíduos foram submetidos a dois protocolos de TP com duração de oito semanas cada, na tentativa de evitar o efeito platô nas adaptações neuromusculares e oferecer uma sobrecarga progressiva.

4.3.8 Tratamento Estatístico

Para análise da distribuição dos dados foi empregado o teste de Shapiro-Wilk. Para a estatística descritiva utilizou-se média e erro padrão. O teste t de

Student para amostras independentes foi empregado para as comparações entre as características iniciais dos grupos (Homens vs. Mulheres). O teste de Levene foi utilizado para testar a homocedasticidade, ao passo que a esfericidade dos dados foi verificada mediante o teste de Mauchly. Quando este último pressuposto foi violado, a correção de Greenhouse-Geisser foi adotada. ANOVA para medidas repetidas (2 x 3) foi empregada para as comparações entre e os sexos (homens e mulheres) nos diferentes períodos de tempo (M1, M2, e M3). O teste *post hoc* de Tukey, para comparações múltiplas, foi aplicado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de *F* encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecida. A magnitude das diferenças nas variáveis estudadas foi calculada a partir do tamanho do efeito (TE) utilizando o procedimento recomendado por Cohen⁽²⁹⁾, cujo tamanho do efeito de 0,20 - 0,49 foi considerado pequeno, 0,50 - 0,79 como moderado e $\geq 0,80$ como de grande magnitude. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$. Os dados foram processados no *software* STATISTICA versão 7.0.

4.4 RESULTADOS

A Tabela 4.1 apresenta as características gerais da amostra. Embora a experiência prévia ao TP tenha sido similar entre homens e mulheres, os homens se apresentaram mais altos e mais pesados do que as mulheres.

Tabela 4.1 - Características gerais da amostra.

Variáveis	Homens (n = 31)	Mulheres (n = 21)	<i>P</i>
Massa corporal (kg)	68,2 ± 1,7	60,2 ± 2,8	0,01
Estatura (cm)	174,0 ± 1,3	162,2 ± 1,3	< 0,001
Idade (anos)	22,6 ± 0,8	22,5 ± 0,9	0,952
IMC (kg/m ²)	22,4 ± 0,4	22,7 ± 0,8	0,723
Experiência prévia (meses)	10,7 ± 2,3	14,3 ± 4,3	0,426

Nota. Os resultados estão expressos em valores médios e erro padrão.

As informações nutricionais de homens e mulheres no baseline e após 16 semanas de TP são apresentadas na Tabela 4.2. Nenhuma interação grupo x tempo foi identificada para a ingestão de carboidratos, proteínas e lipídios ($P > 0,05$).

A Tabela 4.3 apresenta MME de homens e mulheres nos diferentes momentos do estudo. Não houve interação grupo x tempo nos ganhos de MME acarretados pelo TP ao longo do tempo em homens e mulheres ($P < 0,05$). Entretanto, incrementos significantes já foram identificadas no final de oito semanas de intervenção, em ambos os sexos ($P < 0,05$).

Informações sobre a ACT, ACI e ECE são apresentadas na Figura 4.1. Com relação a ACT somente foram identificados o efeito principal do grupo ($F = 6,11$ e $P < 0,05$) e do tempo ($F = 4,23$ e $P < 0,05$), indicando aumentos relativamente semelhantes entre M1-M3 em homens (+7,5%; TE = 0,55) e mulheres (+6,7%; TE = 0,40). Para a ACI, apenas o efeito principal do tempo foi revelado ($F = 11,20$ e $P < 0,05$), em virtude de um aumento significativo entre M1-M3 (homens = +8,3%; TE = 0,68 e mulheres = +9,7%; TE = 0,55). Nenhum efeito principal do grupo ou tempo ($P > 0,05$) foi encontrado na ACE, com um TE de pequena magnitude sendo observado em homens e mulheres.

Tabela 4.2 - Ingestão de macronutrientes em homens e mulheres no baseline e após 16 semanas de treinamento com pesos.

Variáveis	Homens (n = 31)	Mulheres (n = 21)	ANOVA	F	P
Carboidratos (g.kg⁻¹.d⁻¹)					
Pré	4,0 ± 0,3	5,1 ± 0,4	Grupo	2,92	0,09
Pós	3,7 ± 0,2	4,2 ± 0,4	Tempo	4,55	< 0,05
Δ%	-7,5	-17,6	Interação	1,02	0,317
Lípidios (g.kg⁻¹.d⁻¹)					
Pré	2,7 ± 0,1	3,2 ± 0,1§	Grupo	12,45	< 0,001
Pós	2,6 ± 0,1*	3,1 ± 0,1*§	Tempo	20,86	< 0,001
Δ%	-11,1	-16,9	Interação	0,41	0,523
Proteínas (g.kg⁻¹.d⁻¹)					
Pré	1,0 ± 0,1	1,2 ± 0,1§	Grupo	5,33	< 0,05
Pós	0,9 ± 0,1	1,2 ± 0,1§	Tempo	2,13	0,151
Δ%	-10,0	0	Interação	1,40	0,242

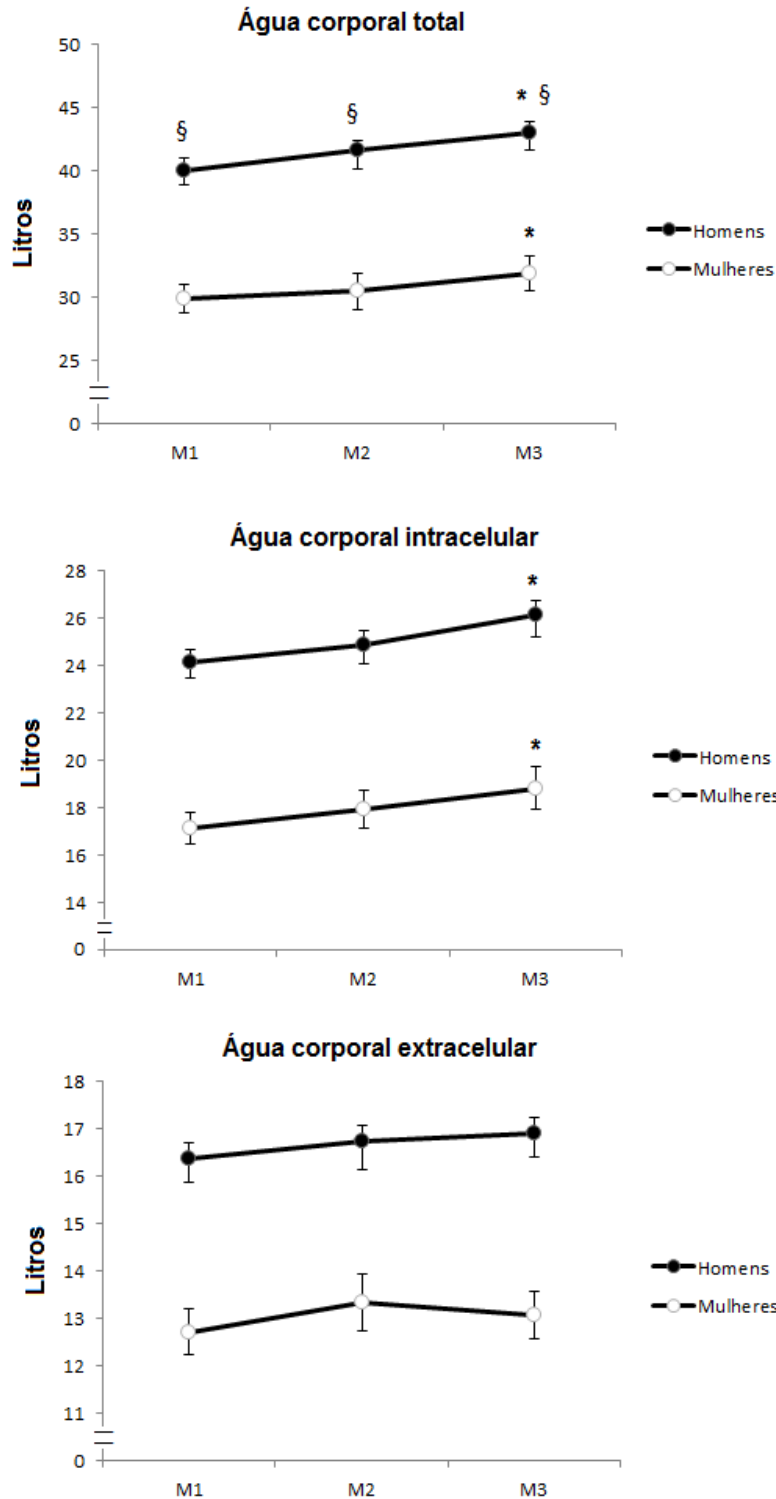
Nota. * = $P < 0,05$ vs. Pré. § = $P < 0,05$ vs. homens. Os resultados estão expressos em valores médios e erro padrão.

Tabela 4.3 - Massa muscular esquelética (kg) de homens e mulheres nos diferentes momentos do estudo.

	Homens (n= 31)	Mulheres (n=21)	ANOVA	F	P
Momento 1	31,4 ± 0,5§	21,9 ± 0,8	Grupo	112,53	< 0,001
Momento 2	31,8 ± 0,5*§	22,2 ± 0,8*	Tempo	27,59	< 0,001
Momento 3	31,9 ± 0,5*§	22,3 ± 0,8*	Interação	0,23	0,977
Δ%	+1,6	+1,8			
TE	0,20	0,11			

Nota. Valores expressos em média e erro padrão. * = $P < 0,05$ vs. Momento 1. § = $P < 0,001$ vs. mulheres. TE= Tamanho do efeito.

Figura 4.1 – Água corporal total, intracelular e extracelular, de homens e mulheres nos diferentes momentos do estudo. M1 = pré-treinamento. M2 = 8 semanas. M3 = 16 semanas. * = $P < 0,05$ vs. M1. § = $P < 0,05$ vs. mulheres. Os valores estão expressos em média e erro padrão. Nenhuma interação significativa foi identificada ($P > 0,05$).



Medidas de circunferência de braço relaxado, braço contraído, tronco, coxa e panturrilha são apresentadas na Tabela 4.4. Interação grupo x tempo não foi identificada em nenhum ponto anatômico analisado ($P > 0,05$). Aumentos significantes foram encontrados em todas as circunferências analisadas ($P < 0,05$) entre os valores de baseline e após 16 semanas de TP, exceto na circunferência de panturrilha, em homens e mulheres. Assim, um efeito principal do tempo foi identificado para as medidas de circunferência do de braço relaxado, tronco, e coxa ($P < 0,05$). Vale destacar que o TE variou de -0,09 (panturrilha, em ambos os sexos) até 0,65 (braço relaxado, nos homens).

Tabela 4.4 - Medidas de circunferências (cm) no pré treinamento (M1), após oito semanas (M2) e 16 semanas (M3) de treinamento em homens e mulheres.

	Homens (n = 31)	Mulheres (n = 21)	Efeitos	F	P
Braço relaxado			ANOVA		
M1	29,0 ± 0,4§	27,0 ± 0,7	Grupo	7,21	< 0,05
M2	29,7 ± 0,4§	27,2 ± 0,6	Tempo	67,00	< 0,001
M3	30,5 ± 0,4*§	28,3 ± 0,7*	Interação	2,25	0,086
Δ%	+5,2	+4,8			
TE	0,65	0,43			
Braço contraído			ANOVA		
M1	31,2 ± 0,4	28,0 ± 0,6	Grupo	1,23	0,273
M2	32,1 ± 0,4	28,4 ± 0,6	Tempo	2,19	0,125
M3	32,5 ± 0,4*	29,4 ± 0,7*	Interação	2,42	0,079
Δ%	+4,2	+5,0			
TE	0,52	0,48			
Tronco			ANOVA		
M1	89,0 ± 0,9	87,7 ± 1,9	Grupo	0,77	0,384
M2	90,2 ± 0,9	88,1 ± 1,9	Tempo	11,96	< 0,001
M3	90,7 ± 0,9*	88,6 ± 1,8*	Interação	1,37	0,259
Δ%	+1,9	+1,0			
TE	0,33	0,10			
Coxa			ANOVA		
M1	49,7 ± 0,6	49,2 ± 1,1	Grupo	0,06	0,800
M2	50,3 ± 0,6	49,6 ± 1,1	Tempo	21,19	< 0,001
M3	50,8 ± 0,7*	51,0 ± 1,2*	Interação	2,28	0,108
Δ%	+2,2	+3,7			
TE	0,30	0,35			
Panturrilha			ANOVA		
M1	35,8 ± 0,4	36,0 ± 0,7	Grupo	0,01	0,992
M2	35,6 ± 0,4	35,3 ± 0,8	Tempo	2,94	0,056
M3	35,6 ± 0,4	35,7 ± 0,7	Interação	1,49	0,230
Δ%	-0,6	-0,8			
TE	-0,09	-0,09			

Nota. * = $P < 0,05$ vs M1. § = $P < 0,05$ vs. mulheres. TE = Tamanho do efeito. Os dados estão apresentados em média e erro padrão.

4.5 DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo indicam que embora homens possuam maiores níveis de MME do que as mulheres, as adaptações hipertróficas induzidas pelo TP parecem ocorrer de maneira similar em homens e mulheres não-treinados a pelo menos seis meses, quando ambos são submetidos a 16 semanas de intervenção.

O presente estudo utilizou valores de MME estimados por meio de medidas antropométricas, uma vez que este método de predição apresenta boa validade preditiva para este fim⁽²⁵⁾. De acordo com o nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a realizar tal procedimento na comparação entre homens e mulheres e verificar o efeito crônico do TP. A comparação dos resultados encontrados em nosso estudo com investigações anteriores torna-se limitada a medida que a maioria adotou a MLG como indicador de hipertrofia muscular, embora a ausência de diferenças significantes entre homens e mulheres também tenha sido identificada, assim como indicado na presente investigação^(8,9,11,12,14).

Apesar do aumento relativo na MME ter ocorrido de forma similar em homens e mulheres, os mecanismos responsáveis por tal adaptação podem ser diferenciados. Por exemplo, em relação às concentrações endógenas de testosterona, um importante hormônio anabólico para o aumento da massa muscular, os maiores valores são encontrados nos homens⁽²⁸⁾. Além disso, as concentrações endógenas de cortisol, um importante hormônio catabólico, apesar de serem semelhantes em homens e mulheres não-treinados, são diferentes após um programa de TP, com redução significativa nos homens, sem alteração nas mulheres⁽¹⁵⁾. Desse modo, os homens supostamente apresentariam condições mais favoráveis a hipertrofia muscular do que as mulheres, tanto de forma aguda^(15,29) quanto crônica⁽¹⁵⁾. Por outro lado, as concentrações endógenas de fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), outro importante hormônio anabólico, é maior nas mulheres⁽³⁰⁾.

Assim, o somatório dos fatores descritos anteriormente pode explicar, pelo menos em parte, os resultados semelhantes encontrados nesse e em outros estudos que compararam as respostas hipertróficas entre homens e mulheres submetidos a TP. Isso reduz a hipótese dos resultados de diversos estudos anteriores estarem atrelados ao reduzido número de sujeitos investigados,

aumentando a probabilidade de ocorrência de erro do tipo II⁽³¹⁾. Neste sentido, o presente trabalho destaca-se por utilizar um número de sujeitos superior aos estudos anteriormente realizados.

Contudo, os ganhos de MME podem não ter sido maximizados pelos hábitos alimentares dos sujeitos neste estudo. Nesse sentido, embora o TP possa provocar um aumento na taxa de síntese proteica⁽³²⁾, a adoção de dietas hipercalóricas e hiperprotéicas, com elevado aporte de carboidratos pode favorecer o processo hipertrófico. Nenhuma dessas situações foi revelada ao longo do período experimental, tanto nos homens quanto nas mulheres. Apesar disso, consumo energético e de macronutrientes identificados em nosso estudo foram suficientes para promover aumentos na MME, em indivíduos de ambos os sexos.

Vale destacar que as alterações relativas similares em homens e mulheres na MME, indicam maiores ganhos absolutos nos homens, já que de maneira geral, os homens possuem um maior desenvolvimento muscular em relação às mulheres, mais especificamente, em relação à disposição de fibras musculares e a AST das fibras. Os homens possuem em média uma maior quantidade de fibras do tipo II⁽³⁾, enquanto a AST das mulheres é, em média, 60 a 85% dos homens^(3,4). A diferença no número de fibras é provavelmente um fator intrínseco, baseado geneticamente no dimorfismo sexual, enquanto as diferenças na AST das fibras podem estar também relacionadas às diferenças genéticas entre os sexos e as diferenças no padrão de atividade física observado em homens e mulheres⁽³³⁾.

Uma importante adaptação em resposta ao TP parece ser a alteração no componente hídrico. Neste sentido, o presente trabalho analisou o efeito do TP na ACT e suas frações ACI e ACE. O aumento encontrado na ACT ocorreu predominantemente devido ao aumento na ACI, já que o conteúdo extracelular não se alterou de maneira significativa ao longo do experimento.

A literatura sustenta que homens e mulheres apresentam diferenças no que tange ao comportamento dos fluidos e componentes hídricos⁽³⁴⁾, contudo, a resposta ao TP em nosso estudo ocorreu independente do sexo. Vale ressaltar que o monitoramento da ACI é de grande relevância, uma vez que a hiperhidratação da MME caracteriza hipertrofia sarcoplasmática^(19,20), um fenômeno que pode exercer um papel anabólico importante, estimulando o aumento da síntese e redução do catabolismo protéico em médio e longo prazo^(20,35,36). Este, também, é o primeiro

estudo que investigou o comportamento nos componentes hídricos intra e extracelular associado ao TP, em homens e mulheres.

Avanços tecnológicos permitem medidas mais precisas da MME como imagem de ressonância magnética (IRM), ultrassonografia (US) e tomografia computadorizada. No entanto, tais procedimentos são dispendiosos e de limitada aplicação prática. Portanto, outros métodos, indiretos, de menor custo financeiro e maior aplicabilidade prática tem sido utilizados para esta finalidade como a bioimpedância e antropometria. Os nossos resultados apontaram que o aumento nas circunferências corporais observado após o TP não são influenciadas pelo sexo, confirmando informações publicadas anteriormente^(9,18).

O presente estudo possui algumas limitações. Os métodos utilizados para avaliação das adaptações hipertróficas neste estudo não podem ser considerados de referência. A bioimpedância espectral embora proporcione informações complementares para avaliação da composição corporal do que os métodos de referência utilizados para avaliação da MME, é um método de determinação indireta, embora a equação utilizada tenha sido validada para esta finalidade. As medidas de circunferências, por sua vez, apresentam reduzida sensibilidade para à detecção da hipertrofia muscular, visto que mudanças em outros componentes da composição corporal podem comprometer a interpretação das informações. A definição da fase do ciclo menstrual utilizada pelas voluntárias no presente estudo foi determinada com a utilização de um questionário, quando o mais indicado seria a realização de medidas invasivas de estrogênio e progesterona.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que a hipertrofia muscular observada após 16 semanas de TP não parece ser influenciada pelo sexo, apesar da maior MME dos homens no início do treinamento. Vale destacar que as análises dos resultados encontrados devem ser pautadas no tempo de treinamento utilizado, já que a adaptação e o remodelamento dos componentes da MME podem continuar a evoluir após 16 semanas de treinamento.

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(11 Suppl):S3-16.
3. Sale DG, MacDougall JD, Alway SE, Sutton JR. Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and women and male bodybuilders. *J Appl Physiol.* 1987;62(5):1786-93.
4. Schantz P, Randall-Fox E, Hutchison W, Tyden A, Astrand PO. Muscle fibre type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans. *Acta Physiol Scand.* 1983;117(2):219-26.
5. Miller AE, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Sale DG. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;66(3):254-62.
6. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81(3):174-80.
7. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM, Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(4):338-44.
8. Deruisseau KC, Roberts LM, Kushnick MR, Evans AM, Austin K, Haymes EM. Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):241-8.
9. Hunter GR. Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA.* 1985;4:26-8.
10. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Appl Physiol.* 2006;101(2):531-44.
11. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(4):532-41.
12. Lemmer JT, Martel GF, Hurlbut DE, Hurley BF. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):731-7.
13. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol.* 2006;91(2):457-64.

14. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(11):1428-33.
15. Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol.* 1994;76(3):1247-55.
16. O'Hagan FT, Sale DG, MacDougall JD, Garner SH. Response to resistance training in young women and men. *Int J Sports Med.* 1995;16(5):314-21.
17. Hubal MJ, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(6):964-72.
18. Weiss LW, Clark FC, Howard DG. Effects of heavy-resistance triceps surae muscle training on strength and muscularity of men and women. *Phys Ther.* 1988;68(2):208-13.
19. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857-72.
20. Schoenfeld BJ. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Res.* 2012;26(5):1441-53.
21. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight In: Lohman TG, Roche AF, Martorel R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual.* Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 3-8.
22. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, et al. Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorel R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual.* Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 39-54.
23. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.* 1998;68(4):786-93.
24. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):796-803.
25. Gobbo LA, Ritti-Dias RM, Avelar A, Silva AM, Coelho-e-Silva MJ, Cyrino ES. Changes in skeletal muscle mass assessed by anthropometric equations after resistance training. *Int J Sports Med.* 2013;34(1):28-33.
26. Rodrigues CEC, Rocha PECP. *Musculação: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Sprint; 2003.
27. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate; 1988.

28. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med.* 2010;40(12):1037-53.
29. Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, Marchitelli LJ, Mello R, Dziados JE, et al. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med.* 1991;12(2):228-35.
30. Nindl BC, Scoville CR, Sheehan KM, Leone CD, Mello RP. Gender differences in regional body composition and somatotrophic influences of IGF-I and leptin. *J Appl Physiol.* 2002;92(4):1611-8.
31. Vincent WJ. *Statistics in kinesiology.* 3 ed. Champaign: Human Kinetics; 2005.
32. Schoenfeld BJ. Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. *Sports Med.* 2013.
33. Anjos LA, Ferreira BCM, Vasconcellos MTL, Wahrlich V. Gasto energético em adultos do município de Niterói, Rio de Janeiro: resultados da pesquisa de nutrição, atividade física e saúde – PNAFS. *Ciência e Saúde Coletiva.* 2008;13(6):1775-84.
34. Wenner MM, Stachenfeld N. Blood pressure and water regulation: understanding sex hormone effects within and between men and women. *J Physiol.* 2012.
35. Millar ID, Barber MC, Lomax MA, Travers MT, Shennan DB. Mammary protein synthesis is acutely regulated by the cellular hydration state. *Biochem Biophys Res Commun.* 1997;230(2):351-5.
36. Haussinger D, Roth E, Lang F, Gerok W. Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *Lancet.* 1993;341(8856):1330-2.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO

5.1 DISCUSSÃO

A presente investigação analisou o efeito de 16 semanas de TP sobre a força muscular, resistência de força e hipertrofia muscular em homens e mulheres. Os principais achados foram que os ganhos de força muscular são influenciados pelo sexo pela tarefa motora realizada, com as mulheres apresentando melhores respostas ao TP nos exercícios de membros superiores e tronco, ao passo que as adaptações nos indicadores de hipertrofia muscular analisados parecem ser relativamente similares em homens e mulheres após 16 semanas de TP.

Os nossos resultados confirmaram, pelo menos em parte, as informações produzidas pela revisão sistemática utilizada neste estudo sobre as modificações na força e hipertrofia muscular induzidas pelo TP. Vale destacar que muitas das limitações observadas nos estudos anteriores foram atenuadas no presente estudo com a utilização de protocolos similares entre os sexos, com a aplicação de sobrecargas progressivas ao longo de todo o experimento, com o monitoramento dos hábitos alimentares, com a equiparação dos níveis de atividade física habitual dos sujeitos no início do experimento, com a ampliação do tempo de intervenção, com a adoção de tratamentos estatísticos mais adequados, com a adoção de familiarização prévia aos testes e protocolos, com maior número de sujeitos investigados, entre outros.

A análise conjunta dos artigos originais nos permite especular que as adaptações ocorridas nos momentos iniciais do TP ocorrem majoritariamente sobre a força muscular tanto em homens quanto em mulheres, ao passo que as adaptações na musculatura esquelética se processam de uma maneira mais lenta, uma vez que os ganhos de força muscular ocorreram em maior magnitude em relação ao aumento na MME após as 16 semanas de TP. Tais resultados indicam que os ajustes neurais realmente parecem ser os principais fatores responsáveis pelos maiores ganhos de força nos estágios iniciais do treinamento^(1,2).

Considerando que entre as principais adaptações morfológicas promovidas pela prática regular do TP destaca-se o aumento da MME⁽³⁻⁵⁾, os

resultados observados no estudo de revisão sistemática apontaram que o tipo de método utilizado para analisar a hipertrofia muscular pode produzir resultados diferenciados. Por exemplo, a análise a partir da estimativa da MLG não indica diferença entre os sexos⁽⁶⁻¹⁰⁾, além do que alguns estudos não encontraram modificações significantes após o TP^(7,9,11-15). Por outro lado, quando as análises foram pautadas em métodos mais robustos e de maior sensibilidade para avaliação da MME, alguns estudos revelaram diferenças entre os sexos após o TP^(11,15-19). Entretanto, os métodos mais sensíveis para o diagnóstico da hipertrofia muscular, requerem equipamentos mais sofisticados e de maior custo, o que limita sobremaneira a sua aplicabilidade. Dessa forma, o segundo estudo original da presente dissertação, utilizou o método de bioimpedância para a estimativa da MME total, a partir de um modelo de predição validado a partir da IRM. Neste sentido, os resultados observados não demonstraram diferenças relativas entre os sexos no aumento da MME após o programa de 16 semanas de TP, sugerindo a ausência de dimorfismo sexual nessa variável.

No contexto desta investigação, vale destacar alguns aspectos importantes que podem ter contribuído para os resultados encontrados, como o modelo de treinamento aplicado no presente estudo que submeteu homens e mulheres ao mesmo tipo de treinamento. Esse cuidado metodológico favorece e fortalece as comparações das adaptações produzidas pelo TP entre os sexos. Entretanto, não se pode desprezar que o treinamento com maiores cargas absolutas nos homens, em virtude das diferenças nas dimensões corporais e força absoluta, pode ter acarretado uma maior estresse metabólico nos homens do que nas mulheres. Além disso, não podemos desprezar a hipótese de que diferentes manipulações de variáveis envolvidas no treinamento como o intervalo de recuperação entre as séries e/ou sessões, número de séries e repetições, velocidade de execução, entre outras, poderiam resultar em respostas diferenciadas entre os sexos. Portanto, ainda são necessários estudos confrontando as respostas entre homens e mulheres, a partir de diferentes manipulações das variáveis que compõem os programas de TP. Tais informações são fundamentais para a tomada de decisão no momento da prescrição do TP para indivíduos de ambos os sexos.

Não obstante, em nosso estudo foi adotado um modelo de progressão direcionado para o aumento da força e hipertrofia muscular^(3,20), cujas cargas são aumentadas somente quando um determinado número alvo de repetições é atingido.

Tal estratégia favorece aqueles indivíduos que são motivados pelo desafio do aumento de cargas, o que se observa com mais frequência nos homens do que nas mulheres, talvez por uma questão cultural que exige um maior vigor físico do sexo masculino.

Por fim, o monitoramento do consumo energético e de macronutrientes ao proporcionou informações que demonstraram uma manutenção relativa dos hábitos alimentares dos sujeitos ao longo do período de intervenção. Esse fato nos permitiu uma análise mais consistente dos efeitos do TP em ambos os sexos, o que tem um impacto positivo particularmente nos estudos que envolvem análise dos diferentes componentes da composição corporal.

REFERÊNCIAS

1. Okano AH, Cyrino ES, Nakamura FY, Guariglia DA, Nascimento MA, Avelar A, et al. Behavior of the muscle strength and arm muscle area during 24 weeks of weight training. *Brazilian J of Kinanthropometry and Human Performance*. 2008;10:379-85.
2. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*. 2006;36(2):133-49.
3. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708.
4. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2857-72.
5. Schoenfeld BJ. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Res*. 2012;26(5):1441-53.
6. Deruisseau KC, Roberts LM, Kushnick MR, Evans AM, Austin K, Haymes EM. Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(2):241-8.
7. Hunter GR. Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and females. *NSCA*. 1985;4:26-8.
8. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):532-41.
9. Lemmer JT, Martel GF, Hurlbut DE, Hurley BF. Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *J Strength Cond Res*. 2007;21(3):731-7.
10. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(11):1428-33.
11. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2000;81(3):174-80.
12. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM, Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20(4):338-44.
13. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Appl Physiol*. 2006;101(2):531-44.

14. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(8):1505-12.
15. Martel GF, Roth SM, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Hurlbut DE, et al. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Exp Physiol.* 2006;91(2):457-64.
16. Hubal MJ, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Price TB, Hoffman EP, Angelopoulos TJ, et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(6):964-72.
17. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(11):M641-8.
18. Peterson MD, Pistilli E, Haff GG, Hoffman EP, Gordon PM. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(6):1063-71.
19. Weiss LW, Clark FC, Howard DG. Effects of heavy-resistance triceps surae muscle training on strength and muscularity of men and women. *Phys Ther.* 1988;68(2):208-13.
20. Rodrigues CEC, Rocha PECP. *Musculação: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Sprint; 2003.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Nossos resultados sugerem a presença de dimorfismo sexual na força muscular, com os homens apresentando maiores níveis de força muscular em todos os segmentos corporais, ao passo que as mulheres apresentam uma maior evolução da força máxima e no número de repetições de membros superiores e tronco quando submetidas a 16 semanas de programas de TP em relação aos dos homens. Por outro lado, homens e mulheres tendem a apresentar respostas hipertróficas semelhantes ao TP direcionado para hipertrofia muscular, independente da maior massa muscular dos homens, refutando a hipótese da presença de dimorfismo sexual nas adaptações geradas pelo treinamento.

ANEXOS

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa:

“EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA ASSOCIADA AO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS, METABÓLICAS E DE DESEMPENHO DE INDIVÍDUOS ADULTOS JOVENS”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar da pesquisa **“Efeito da suplementação de creatina associada ao treinamento com pesos sobre variáveis morfológicas, metabólicas e de desempenho de indivíduos adultos jovens”**, a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa é analisar o impacto da suplementação de creatina associada ao treinamento com pesos sobre parâmetros morfológicos, metabólicos e de desempenho de adultos jovens de ambos os sexos.

Todas as avaliações serão realizadas por profissionais previamente treinados para tal finalidade. A assinatura deste termo permitirá que você participe das seguintes atividades: (1) Programa de treinamento com pesos com duração de 24 semanas que será acompanhado por profissionais e estudantes de Educação Física; (2) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo; (3) Medidas de peso, altura, circunferências corporais e pressão arterial/freqüência cardíaca em repouso; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de Espessura de dobras cutâneas (teste realizado com a utilização de um compasso em diferentes pontos anatômicos da corpo, com o intuito de verificar a quantidade de gordura corporal [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), impedância bioelétrica (teste com duração de 30 segundos: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitado em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas leves [sunga e/ou shorts para homens e shorts e top para mulheres]). O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]); (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feita por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos; (6) Coleta de sangue do lóbulo da orelha, antes e após a realização de teste de esforço para determinação do lactato sanguíneo; (7) Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima), resistência de força (teste realizado nos mesmos exercícios do anterior, porém em

quatro séries até a exaustão com dois minutos de intervalo entre elas para determinação da fadiga).

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. O participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade do participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma aos participantes.

Ao final do estudo, comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues aos participantes. Espera-se com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de indivíduos adultos jovens por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos dos participantes. Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea e cansaço durante os testes físicos. É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contactar o Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371-2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Londrina, ____ de _____ de 2012.

Pesquisador Responsável

RG:: _____

Eu, _____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

ANEXO B



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
Universidade Estadual de Londrina
Registro CONEP 5231

Parecer CEP/UEL:	028/2012
CAAE:	01540012.8.0000.5231
Processo:	6477/2012
Pesquisador(a):	Edilson Serpeloni Cyrino
Unidade/Órgão:	CEFE – Departamento de Educação

Prezado(a) Senhor(a):


O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:

“EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA ASSOCIADA AO TREINAMENTO COM PESOS SOBRE VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS, METABÓLICAS E DE DESEMPENHO DE INDIVÍDUOS ADULTOS JOVENS: uma comparação entre sexos.”

Situação do Projeto: **Aprovado**

Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.

Londrina, 16 de abril de 2012.


Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
 Universidade Estadual de Londrina

ANEXO C

Ficha de registro alimentar

DESJEJUM: ____ h ____ min

ALIMENTO	TIPO	QUANTIDADE			outros alimentos -qtde
pão/bolacha	_____ () unidade	() fatia fina/méd/grossa			_____
leite/iogurte	_____ () copo requeijão	() copo americano	() xícara peq/méd/gde		_____
margarina	_____ () ponta de faca	() colher chá			_____
café	_____ () copo americano	() xícara peq/méd/gde	() colher sopa/sobrem		_____
açúcar	_____ () colher sopa	() colher sobrem	() colher chá		_____
queijo/presunto	_____ () fatia fina	() fatia média	() fatia grossa		_____
cereal	_____ () colher sopa	() colher sobrem			_____
fruta	_____ () unidade	() fatia peq/méd/gde			_____
achocolatado	_____ () colher sopa	() colher sobrem	() colher chá		_____

LANCHE MANHÃ: ____ h ____ min

ALIMENTO	TIPO	QUANTIDADE			outros alimentos -qtde
bolacha/bolo/pão	_____ () unidade	() fatia fina/méd/grossa			_____
leite/vitamina/iogurte	_____ () copo requeijão	() copo americano	() xícara peq/méd/gde		_____
açúcar	_____ () colher sopa	() colher sobrem	() colher chá		_____
salgado	_____ () unidade peq/méd/gde	() outros _____			_____
queijo/presunto	_____ () fatia fina	() fatia média	() fatia grossa		_____
fruta/suco	_____ () unidade	() fatia peq/méd/gde	() copo americano/requeijão		_____
margarina	_____ () ponta de faca	() colher chá			_____

ALMOÇO: ____ h ____ min

ALIMENTO	TIPO	QUANTIDADE			outros alimentos -qtde
arroz	_____ () escumadeira	() colher sopa	() colher de arroz		_____
feijão	_____ () concha peq/méd/gde	() colher sopa	() colher de arroz		_____
carne	_____ () pedaço peq/méd/gde	() colher sopa	() outros _____		_____
folhas	_____ () peq/méd/gde	() colher sopa/arroz	() xícara peq/méd/gde		_____
legumes	_____ () colher sopa/arroz	() legumes: _____	() xícara peq/méd/gde		_____
massa	_____ () pegador de macarrão	() colher sopa	() colher de arroz		_____
molho	_____ () colher sopa	() colher de arroz			_____
sobremesa	_____ () _____	Açúcar	() colher sopa/sobrem/chá		_____
fruta/suco	_____ () unidade	() fatia peq/méd/gde	() copo americano/requeijão		_____
sal:	_____	óleo:			_____

LANCHE TARDE: ____ h ____ min

ALIMENTO	TIPO	QUANTIDADE			outros alimentos -qtde
bolacha/bolo/pão	_____ () unidade	() fatia fina/méd/grossa			_____
leite/vitamina/iogurte	_____ () copo requeijão	() copo americano	() xícara peq/méd/gde		_____
açúcar	_____ () colher sopa	() colher sobrem	() colher chá		_____
salgado	_____ () unidade peq/méd/gde	() outros _____			_____
queijo/presunto	_____ () fatia fina	() fatia média	() fatia grossa		_____
fruta/suco	_____ () unidade	() fatia peq/méd/gde	() copo americano/requeijão		_____
margarina	_____ () ponta de faca	() colher chá			_____

JANTAR: ____ h ____ min

ALIMENTO	TIPO	QUANTIDADE			outros alimentos -qtde
arroz/pão	_____ () escumadeira/unidade	() colher sopa/arroz	() fatia fina/méd/grossa		_____
feijão	_____ () concha peq/méd/gde	() colher sopa	() colher de arroz		_____
carne	_____ () pedaço peq/méd/gde	() colher sopa	() outros _____		_____
folhas	_____ () peq/méd/gde	() colher sopa/arroz	() colher de arroz		_____
legumes	_____ () colher sopa/arroz	() legumes: _____	() xícara peq/méd/gde		_____

massa	_____	() pegador de macarrão	() colher sopa	() xícara peq/méd/gde	_____
molho	_____	() colher sopa	() colher de arroz		_____
sobremesa	_____	() _____	Açúcar	() colher sopa/sobrem/chá	_____
fruta/suco	_____	() unidade	() fatia peq/méd/gde	() copo americano/requeijão	_____
queijo/presunto	_____	() fatia fina	() fatia média	() fatia grossa	_____
sal:		óleo/maionese/margarina:			_____

CEIA: ____ h ____ min

ALIMENTO	TIPO	QUANTIDADE	outros alimentos
bolacha/bolo/pão	_____ () unidade	() fatia fina/méd/grossa	
leite/vitamina/iogurte	_____ () copo requeijão	() copo americano () xícara peq/méd/gde	
açúcar	_____ () colher sopa	() colher sobrem () colher chá	
fruta/suco	_____ () unidade	() fatia peq/méd/gde () copo americano/requeijão	

Água: () copo requeijão () copo americano () outros _____

Orientações para preenchimento do registro alimentar

Registro dietético (orientações para preenchimento)

- Procure anotar os alimentos consumidos de forma mais detalhada possível;
- Não deixe de anotar a quantidade em medidas caseiras ou em gramas (se preferir ver o rótulo do alimento industrializado consumido, como por exemplo: chocolate diamante negro 30g);
- O tipo de preparação (frito, cozido, com molho, etc.) deve estar especificado em todos os alimentos;
- Especifique o tipo da carne consumida. Exemplo: frango (coxa, asa, sobrecoxa, peito, etc.), carne (costela, alcatra, picanha, carne moída, carne magra, carne gorda, contrafilé, etc.), peixe (tilápia, merluza, pintado, sardinha, atum, etc.), vísceras (fígado, moela, coração, dobradinha, etc.). Especificar o tipo de preparação (frito, cozido, grelhado, assado, etc.);
- No caso dos lanches, anotar os ingredientes ali presentes e também se foi adicionado maionese, mostarda, catchup. Se possível, quantificar;
- Não se esqueça de quantificar o açúcar, óleo e sal adicionado nas refeições;
- Anote a quantidade de ÁGUA consumida durante todo o dia;
- Qualquer tipo de alimento consumido que não tiver opção no registro, deve ser anotado ao lado ou no verso da folha;
- Não se esqueça de preencher o nome, data e dia da semana de cada registro, O registro (dietético e atividades do cotidiano) deverão ser preenchidos necessariamente na segunda, quinta e domingo.
- **Mantenha seu hábito alimentar** durante o preenchimento do registro dietético.

