

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

Cintia Aparecida de Oliveira Barcelos

**A ALTA FREQUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA NÃO AFETA A
MAGNITUDE DA HIPERTROFIA E OS GANHOS DE FORÇA MUSCULAR
DE INDIVÍDUOS JOVENS NÃO TREINADOS.**

SÃO CARLOS - SP

2017

CINTIA APARECIDA DE OLIVEIRA BARCELOS

**A ALTA FREQUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA NÃO AFETA A
MAGNITUDE DA HIPERTROFIA E OS GANHOS DE FORÇA MUSCULAR
DE INDIVÍDUOS JOVENS NÃO TREINADOS.**

Dissertação apresentada à Pós-Graduação
em Fisioterapia da Universidade Federal de
São Carlos como requisito para avaliação da
candidata ao título de mestre.

SÃO CARLOS - SP

2017



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Cintia Aparecida de Oliveira Barcelos de Freitas, realizada em 23/02/2017:



Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi
UFSCar



Profa. Dra. Daniela Godoi Jacomassi
UFSCar



Prof. Dr. Miguel Soares Conceição
USP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que me concedeu o privilégio de realizar este sonho. A minha mãe Tânia e minha vó Luzia.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir realizar este sonho, por iluminar o meu caminho, por se fazer presente em todos os momentos da minha vida, por me abençoar muito mais do que eu mereço e o mais importante não me permitir perder a fé quando tudo parecia impossível.

A Universidade Federal de São Carlos, seu corpo docente, direção e administração, pelo ambiente de ensino proporcionado e pela oportunidade de aqui estudar.

Ao Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi, meu orientador e exemplo de profissional. Por seu apoio e confiança ao me aceitar como orientanda, por seu empenho e dedicação na elaboração deste trabalho, e pelas broncas e puxões de orelha nos momentos que tentava desistir. Por muitas vezes trabalhar nas correções e revisão deste e de outros trabalhos incansavelmente se abdicando de seu momento de descanso ou de estar com sua família.

A todos os meus familiares e amigos, não citarei nomes, para não me esquecer de ninguém. Mas há aquelas pessoas especiais que diretamente me incentivaram. Aos modelos em que procuro me espelhar sempre: minha vó Luzia e minha mãe Tânia, amor incondicional eterno, e por me terem ensinado a lutar pelos meus sonhos e me amar. Ao Marcelo uma pessoa muito especial, que um dia fez parte da minha vida e que contribuiu de uma forma para eu realizar este sonho.

Aos amigos e companheiros de trabalho, que me ajudaram sempre que possível nessa jornada, em especial ao Sanmy e a Thaís que estiveram comigo desde o começo.

Aos voluntários da pesquisa, por assumirem o compromisso para com o projeto e sempre me trataram com carinho e fizeram deste meu sonho parte da vida deles. .

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, o meu obrigado.

Resumo

Introdução: A frequência de treino é uma variável do treinamento de força (TF) que pode ser manipulada para maximizar os ganhos de força e massa muscular. Evidências sugerem que maiores volumes proporcionam maiores ganhos de força e hipertrofia. Dessa forma, é possível que o TF realizado em maiores frequências (e.g., 24h) porcione maiores volumes de treino, resultando em adaptações quando comparado ao TF realizado com menor frequência. **Objetivo:** Comparar o efeito de diferentes frequências semanais de TF (5x vs. 3x vs. 2x por semana), com VTT equalizado e não equalizado, na hipertrofia muscular de homens jovens. Como objetivo secundário, compararmos os efeitos dessas diferentes frequências de TF com VTT equalizado e não equalizado na força muscular. **Métodos:** A amostra foi composta por 19 indivíduos do sexo masculino divididos em três protocolos: (TF5, TF3 e TF2 x/semana). O protocolo de TF foi composto de três séries de 80% 1-RM, entre 9 e 12 repetições máximas até a falha concêntrica. A área de secção transversa (AST) e força muscular (1-RM) foram avaliados semanalmente por um período de 8 semanas. **Resultados:** Volume total equalizado (TF5/4S = 23791 ± 6021; TF3/6S = 22531 ± 6087; TF2/8 = 20640 ± 3300), não houve diferença significativa entre os protocolos ($P > 0,05$). Ao final das 8 semanas de treinamento o protocolo TF5 apresentou maior aumento (TF5 = 54375 ± 12810 kg; TF3 = 30936 ± 8391 kg; TF2 = 20640 ± 3300 kg; $P < 0,0001$). Com relação à progressão do VTT não houve diferença entre os protocolos TF5, TF3 e TF2 quando equalizado (43%, 35% e 34%) e não equalizado (57%, 43% e 34%) ($P > 0,05$). Todos os protocolos aumentaram significativamente os valores de 1-RM do pré- para o pós-treinamento o VTT equalizado (TF5 = 26,00%, TF3 = 31,51%, TF2 = 33,54%,) e não equalizado (TF5 = 43,32%; TF3 = 40,26%, TF2 = 33,53%, efeito principal de tempo, $P < 0,0001$) Não houveram diferenças significantes entre os protocolos em nenhuma das comparações. Com relação à AST do VL, todos os aumentaram do pré- para o pós-treinamento com o VTT equalizado (TF5 = 9,85%; TF3 = 10,10%; TF2 = 11,87%, efeito principal de tempo, $P < 0,0001$) e não equalizado (TF5 = 12,70%; TF3 = 11,75%; TF2 = 11,87%; efeito principal de tempo, $P < 0,0001$) Não houve diferenças significantes entre os protocolos em ambas as comparações. **Conclusão:** A alta frequência do treinamento de força não afeta a magnitude da hipertrofia muscular e os ganhos de força de indivíduos jovens não treinados.

Palavras-chave: recuperação, massa muscular, variáveis do treinamento.

Summary

Introduction: The training frequency is a resistance training variable (RT) that can be manipulated to maximize strength and muscle mass gains. Evidence suggests that higher volumes provide greater gains in strength and hypertrophy. Thus, it is possible that RT performed at higher frequencies (e.g., 24h) would result in higher training volumes, leading to adaptations when compared to RT performed less frequently. **Objective:** To compare the effect of different weekly RT frequencies (5x vs. 3x vs. 2x per week), with equalized and unbalanced VTT, on muscle hypertrophy in young men. As a secondary objective, we compared the effects of these different RT frequencies with equalized and unequalized VTT on muscle strength. **Methods:** The sample consisted of 19 male subjects divided into three protocols: (RT5, RT3 and RT2 x / week). The RT protocol consisted of three series of 80% 1-RM, between 9 and 12 maximal repetitions until the concentric failure. The cross-sectional area (CSA) and muscle strength (1-RM) were evaluated weekly for a period of 8 weeks. **Results:** Total equalized volume (RT5 / 4S = 23791 ± 6021, RT3 / 6S = 22531 ± 6087, RT2 / 8 = 20640 ± 3300), there was no significant difference between the protocols ($P > 0.05$). At the end of 8 weeks of training, the RT5 protocol showed the highest increase (RT5 = 54375 ± 12810 kg, RT3 = 30936 ± 8391 kg, RT2 = 20640 ± 3300 kg, $P < 0.0001$). Regarding the progression of the VTT, there was no difference between the RT5, RT3 and RT2 protocols when equalized (43%, 35% and 34%) and unequalized (57%, 43% and 34%) ($P > 0.05$). All protocols significantly increased the pre-post-training 1-RM values for the equalized VTT (RT5 = 26.00%, RT3 = 31.51%, RT2 = 33.54%) and equalized (RT5 = 43.32%, RT3 = 40.26%, RT2 = 33.53%, main time effect, $P < 0.0001$) There were no significant differences between the protocols in any of the comparisons. In relation to VL CSA, all of them increased from pre- to post-training with equalized VTT (RT5 = 9.85%, RT3 = 10.10%, RT2 = 11.87%, main time effect, $P < 0.0001$) and unbalanced (RT5 = 12.70%, RT3 = 11.75%, RT2 = 11.87%, main time effect, $P < 0.0001$) There were no significant differences between the protocols in both comparisons. **Conclusion:** A high frequency of resistance training does not affect the magnitude of muscle hypertrophy and the strength gains of untrained young individuals.

Key-words: recovery, muscle mass, training variables

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MÉTODOS.....	7
2.1 <i>Amostra</i>	7
2.2 <i>Delineamento experimental</i>	8
2.3. Protocolos de treinamento de força.....	9
2.4 <i>Testes de força máxima dinâmica</i>	9
2.5 <i>Área de secção transversa (AST) muscular</i>	10
2.6 <i>Análises dos dados</i>	11
3. RESULTADOS.....	12
4.DISSCUSSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é o principal método utilizado para aumentar a força e a massa muscular esquelética (i.e., hipertrofia muscular) (ACSM, 2009b; 2014; 2016b). Especialmente para maximizar a hipertrofia muscular, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) (ACSM, 2009a) recomenda a manipulação de variáveis do TF tais como número de séries, repetições, intensidade, pausa e frequência. (ACSM, 2009b). Dentre essas variáveis, destaca-se a frequência, a qual refere-se ao número de sessões de TF realizados em um determinado período de tempo, e é geralmente expressa numa base semanal ou o número de vezes que um determinado grupo muscular é estimulado ao longo de uma determinada semana (WERNBOM et al., 2007; SCHOENFELD et al., 2015). Em recente metanálise, Schoenfeld et al. (2016b) demonstraram que exercitar um grupo muscular duas vezes por semana promove maiores ganhos de massa muscular comparado a uma vez por semana. Por outro lado, devido ausência de evidências, não é claro se frequências iguais ou maiores que três vezes por semana podem promover ganhos de força e massa muscular ainda maior.

Nesse sentido, o aumento da frequência semanal de TF pode acarretar um aumento no volume total do treinamento (VTT, série x repetições x carga [kg]) semanal, o qual pode influenciar na magnitude da hipertrofia muscular. Em outra recente metanálise, Schoenfeld et al. (2016a) analisaram estudos com diferentes volumes semanais de TF, os quais influenciam diretamente o VTT. Os resultados revelaram uma relação dose-resposta, onde progressivamente maiores volumes de treinamento semanais resultaram em maior hipertrofia muscular comparado a menores volumes (SCHOENFELD et al., 2006; SCHOENFELD et al., 2016a). De fato, o VTT parece exercer considerável influência na hipertrofia muscular. Estudos que compararam os efeitos de diferentes protocolos de TF demonstraram maior hipertrofia muscular quando um maior VTT de TF

é realizado, independentemente da manipulação de outras variáveis do TF (e.g., intensidade, volume e frequência de TF) (BRAITH et al., 1989; CARROLL et al., 1998; PETERSON et al., 2004; CANDOW et al., 2007; KELLY et al., 2007; RONNESTAD et al., 2007; KRIEGER, 2009; MITCHELL et al., 2012; SCHOENFELD, 2013; SOONESTE et al., 2013; GENTIL et al., 2015). Nesse sentido, é possível que o aumento da frequência semanal do TF, eleve o VTT semanal e promova maior hipertrofia muscular comparado a menores frequências, as quais terão também menor VTT. Entretanto, se essa hipótese for confirmada, ainda será necessário saber se a maior hipertrofia muscular decorrente de uma maior frequência semanal ocorre devido ao maior número de vezes que o músculo foi estimulado ou ao maior VTT semanal realizado.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de diferentes frequências semanais de TF (5x vs. 3x vs. 2x por semana), com VTT equalizado e não equalizado, na hipertrofia muscular de homens jovens. Adicionalmente, nós comparamos também os efeitos dessas diferentes frequências de TF com VTT equalizado e não equalizado na força muscular. Nossa hipótese é que maiores frequências semanais promovam maior hipertrofia muscular e ganho de força comparado a menores frequências quando o VTT não for equalizado. Por outro lado, não haverá diferença nessas adaptações quando o VTT for equalizado.

2. MÉTODOS

2.1 Amostra

A amostra foi composta por 20 (vinte) voluntários do sexo masculino ($22,60 \pm 3,45$ anos; $1,74 \pm 0,06$ m; $72,28 \pm 8,24$ kg), aparentemente saudáveis segundo Questionário de Prontidão para Atividade Física (Physical Activity Readiness

Questionnaire – PAR-Q), não obesos, recreacionalmente ativos, que não realizavam atividade física sistematizada e treinamento de força há pelo menos 6 meses. Foram excluídos da pesquisa indivíduos com comprometimentos ósseos ou neuromusculares dos membros inferiores. Os indivíduos foram instruídos sobre o estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde 029107/2016.

2.2 Delineamento experimental

Inicialmente os participantes do estudo realizaram uma visita ao laboratório para familiarização, registro dos ajustes individuais e padronização dos movimentos no equipamento que foi utilizado no decorrer das demais visitas e o teste de uma repetição máxima (1-RM) no intuito de determinar a força máxima dos membros inferiores (MMI) antes intervenção. Quarenta e oito horas após, cada membro inferior foi submetido ao teste de 1-RM, pois cada perna era tratada como uma unidade experimental do estudo, totalizando um *n* de 40. Após 72h um novo teste de 1-RM foi realizado para testar a reprodutibilidade medida. Caso ocorresse uma variação na carga maior que 5% entre os testes, um novo teste de 1-RM era realizado (BROWN et al., 2001). Decorridas 72h do teste de 1-RM foi mensurada a área de secção transversa do músculo (AST) do músculo vasto lateral. Em seguida, utilizou-se os valores de 1-RM e AST para classificar cada membro dos participantes em quartis para distribuir aleatoriamente e equilibrar cada membro dos participantes nas seguintes condições experimentais: 1) Treinamento de força realizado com frequência de cinco vezes por semana (TF5); 2) Treinamento de força realizado com frequência de três vezes por semana (TF3); 3) Treinamento de força realizado com frequência de duas vezes por semana (TF2). A condição TF5 foi definida como um controle "positivo" para todos os participantes. Assim, 20 membros foram

alocados ao protocolo TF5 (10 membros dominantes e 10 não-dominantes). Os membros contralaterais foram então alocados para TF3 (n = 10, 5 membros dominantes e 5 não-dominantes) ou TF2 (n = 10, 5 membros dominantes e 5 não-dominantes). A AST e a 1-RM foram mensuradas novamente após 72h da última sessão semanal de TF ao decorrer de oito semanas de treinamento. Adicionalmente essas mensurações foram realizadas 72h após a última sessão da semana em que os protocolos tiveram o volume total de treinamento (VTT) equalizado. Esses diferentes momentos de mensuração serviram para comparação do aumento da força e hipertrofia muscular obtidos por diferentes frequências semanais quando o VTT é equalizado e quando não é equalizado.

2.3. Protocolos de treinamento de força

Todos os protocolos de TF foram realizados na cadeira extensora unilateral com três séries de 80% 1-RM, entre 9-12 repetições realizadas até falha muscular, ou seja, até o momento que o indivíduo não conseguisse realizar a amplitude de movimento previamente determinada pela avaliação inicial. Caso fossem realizadas mais repetições que o estipulado, a carga era ajustada para que o indivíduo permaneça entre as repetições propostas. O intervalo entre as séries foi de dois minutos. A frequência do treinamento foi de cinco vezes por semana para o protocolo TF5, três vezes por semana para o protocolo TF3 e, duas vezes por semana para o TF2.

2.4 Testes de força máxima dinâmica

Foi mensurada por meio do teste de 1-RM seguindo as recomendações de (BROWN et al., 2001). O teste foi realizado na cadeira extensora (Effort NKR; Nakagym, São Paulo, Brasil) de forma unilateral. Os participantes realizaram um aquecimento geral prévio em cicloergômetro (Ergo 167 Cycle; Ergo Fit, Pirmasens, Alemanha) a 20 km/h

durante 5 minutos. Em seguida, foram posicionados em cadeira extensora para aquecimento específico de extensores de joelho e de acordo com a padronização realizada na primeira visita. Na primeira série, os indivíduos realizaram oito repetições com uma carga correspondente a 50% da 1-RM estimada. A segunda série foi constituída por três repetições com 70% da 1-RM estimada. Um intervalo de dois minutos foi permitido entre as séries de aquecimento. Após aquecimento, os participantes realizaram o protocolo de teste 1-RM. A repetição para o teste teve início na extensão unilateral completa do joelho. Posteriormente, os participantes realizaram a flexão de joelho até 90°, e em seguida, finalizaram o ciclo excêntrico-concêntrico na extensão completa do joelho. Os participantes realizaram até cinco tentativas para conseguir uma estimativa da 1-RM de extensão unilateral de joelho e um intervalo de 3 minutos entre as tentativas foi adotado.

2.5 Área de secção transversa (AST) muscular

A AST muscular do vasto lateral (VL) foi mensurada por meio de um equipamento de ultrassonografia. Para aquisição das imagens e mensuração da AST, foi adotado um procedimento validado recentemente por nosso grupo (LIXANDRÃO et al. 2014). Os participantes deveriam permanecer sem realizar atividade física vigorosa por pelo menos 72h. Eles eram posicionados em decúbito dorsal por 15 minutos para que mudanças hídricas teciduais ocorressem previamente para a obtenção das imagens. As imagens eram coletadas utilizando o modo-B do US, com um cabeçote linear de 7.5 MHz (Samsung, MySono U6, indústria e comércio Ltda. São Paulo, Brasil). Gel de transmissão foi aplicado no local da coleta para prover acoplamento acústico sem que ocorra depressão da derme. A aquisição da AST era obtida a 50% do comprimento da coxa, determinada como o ponto médio entre o trocanter maior e o epicôndilo lateral do fêmur identificado por palpação manual. Os participantes eram posicionados em supino

para aquisição das imagens, que eram obtidas no plano sagital paralelamente ao eixo longo do fêmur. A pele era marcada transversalmente em intervalos de 2 cm a partir do ponto de referência seguindo nas direções medial e lateral da coxa para orientar o deslocamento do cabeçote. Imagens sequenciais do US foram obtidas alinhando a borda superior do cabeçote com as demarcações na pele seguindo da direção medial para lateral. Após a coleta dos dados, a AST era reconstruída seguindo os procedimentos descritos por Reeves et al. (2004), onde as imagens eram abertas sequencialmente em *Power point* (Microsoft, USA). Em seguida cada imagem foi rodada manualmente até que toda a fásia do VL seja reconstruída. Finalmente, por planimetria computadorizada, foi contornada a fásia muscular para obtenção da AST muscular. O coeficiente de variação e o erro típico entre duas medidas repetidas realizadas com intervalo de 72 h foi de 1,38% e 0,33 cm², respectivamente.

2.6 Análises dos dados

Após a inspeção visual, a normalidade dos dados foram confirmadas pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparar os valores basais de 1-RM e AST entre protocolos foi realizada uma análise de medidas repetidas *ANOVA one-way*. Como não havia diferenças significativas entre os protocolos na linha de base, foi realizado um modelo misto com protocolos e tempo como fatores fixos e sujeitos como fator aleatório para 1-RM e AST para comparar efeitos dos protocolos de TF ao longo do tempo. Como o protocolo TF5 foi composto de 20 "pernas" (i.e., condição de controle positivo), enquanto os protocolos TF3 e TF2 foram compostos por apenas 16 "pernas", foram realizadas 10 simulações em que 10 pernas foram aleatoriamente removidas do protocolo TF5. Essas simulações foram realizadas para testar se diferentes amostras de 10 "pernas" no protocolo TF5 alteraria os resultados estatísticos quando comparado com a situação em que o protocolo TF5 tinha

20 "pernas". Como nenhuma das simulações produziu resultados estatísticos diferentes, para qualquer uma das variáveis dependentes, realizamos as análises reais com 20 "pernas" no protocolo TF5 e 10 "pernas" nos protocolos TF3 e T2. No caso de valores F significantes, um ajuste de *Tukey* foi implementado para comparações múltiplas. Para comparar os efeitos de um alto e baixo VTT semanal em um mesmo indivíduo, cada unidade experimental foi agrupada em condição alta frequência, a qual foi composta pelas "pernas" que realizaram o TF5 ou condição baixa frequência composta pelas "pernas" contralaterais, as quais foram submetidas aos protocolos TF3 ou TF2. Em seguida o percentual de alteração da 1-RM e AST muscular foram comparados por meio de um teste T para dados pareados. Os valores de significância foram estabelecidos como $P < 0,05$ para todas as análises. Por fim, o *effect size* (ES) intra-grupos (Alterações do pré- para o pós-treinamento com VTT equalizado e não equalizado) foi calculado utilizando a análise de Cohen *d* Cohen, (1988) para as variáveis dependentes. O *effect size* de 0.20-0.30, 0.40-0.70 e ≥ 0.80 foram considerados como efeito pequeno, médio e grande, respectivamente (COHEN, 1988).

3. RESULTADOS

3.1 Volume total de treinamento (VTT) e progressão do VTT

Quando comparado o VTT das primeiras 4 semanas do TF5 (23791 ± 6021) com as 6 primeiras semanas do TF3 (22531 ± 6087) e as 8 semanas do TF2 (20640 ± 3300) (Figura 1A), não houve diferença significativa entre os protocolos ($P > 0,05$). Entretanto, ao final das 8 semanas de treinamento (Figura 1B) o protocolo TF5 apresentou maior VTT (54375 ± 12810 kg) comparado aos protocolos TF3 (30936 ± 8391 kg; $P < 0,0001$)

e TF2 (20640 ± 3300 kg; $P < 0,0001$). Porém, não houve diferença significativa entre o VTT dos protocolos TF3 e TF2 ($P > 0.05$).

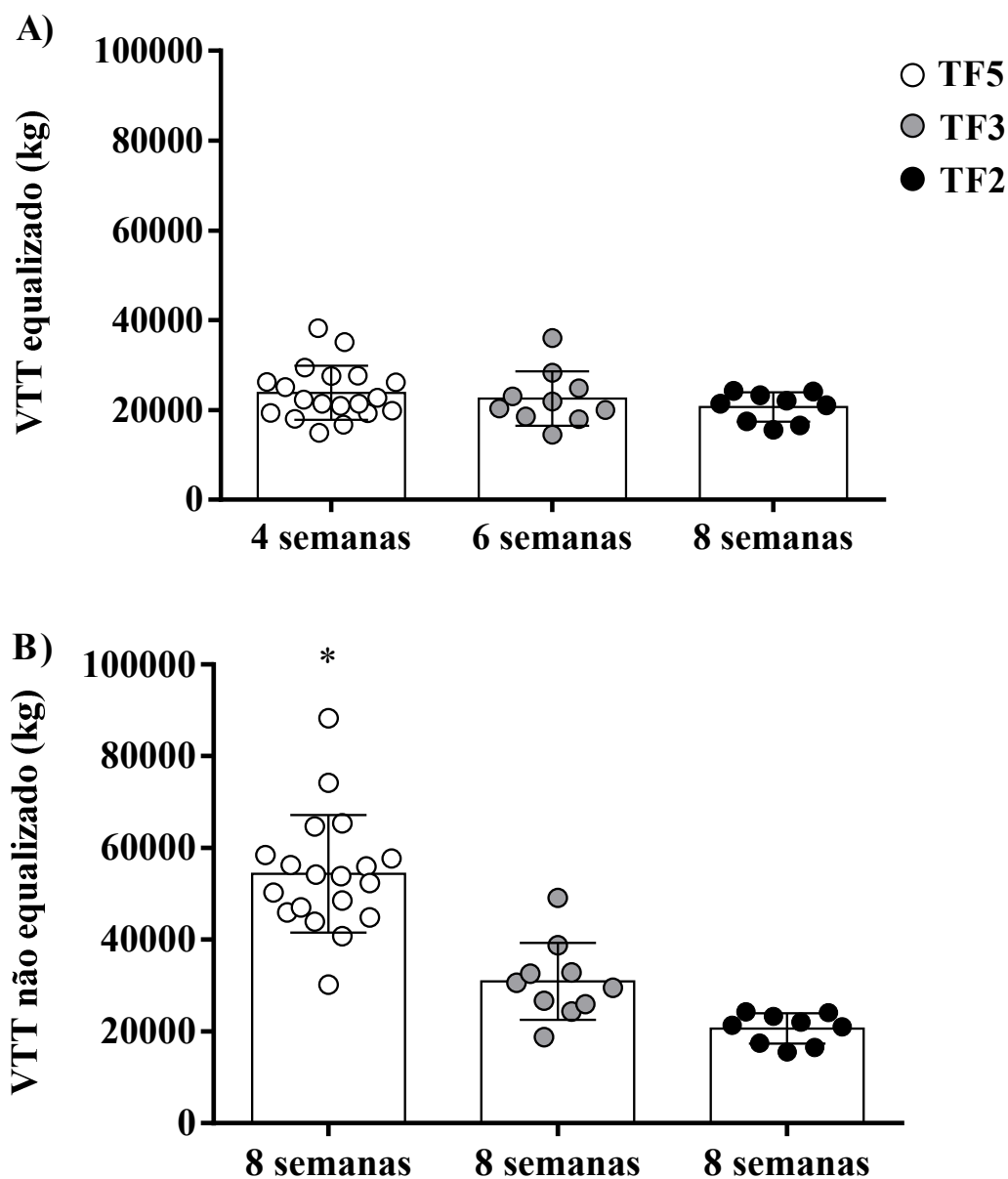


Figura 1. Volume total de treinamento (VTT) não equalizado (Figura A), equalizado (Figura B) e percentual de progressão do VTT dos protocolos de treinamento de força com frequência semanal de 5 vezes (TF5), 3 vezes (TF3) e 2 vezes (TF2). *Significativamente diferente do TF3 e TF2. Valores apresentados em média e desvio-padrão.

3.2 Progressão do volume total de treinamento (VTT)

Com relação a progressão do VTT não houve diferença significativa no percentual de aumento do VTT (Figura 1C) entre os protocolos TF5, TF3 e TF2 quando VTT foi equalizado (43%, 35% e 34%, respectivamente; $P > 0.05$) e também quando não foi equalizado (57%, 43% e 34%, respectivamente; $P > 0.05$).

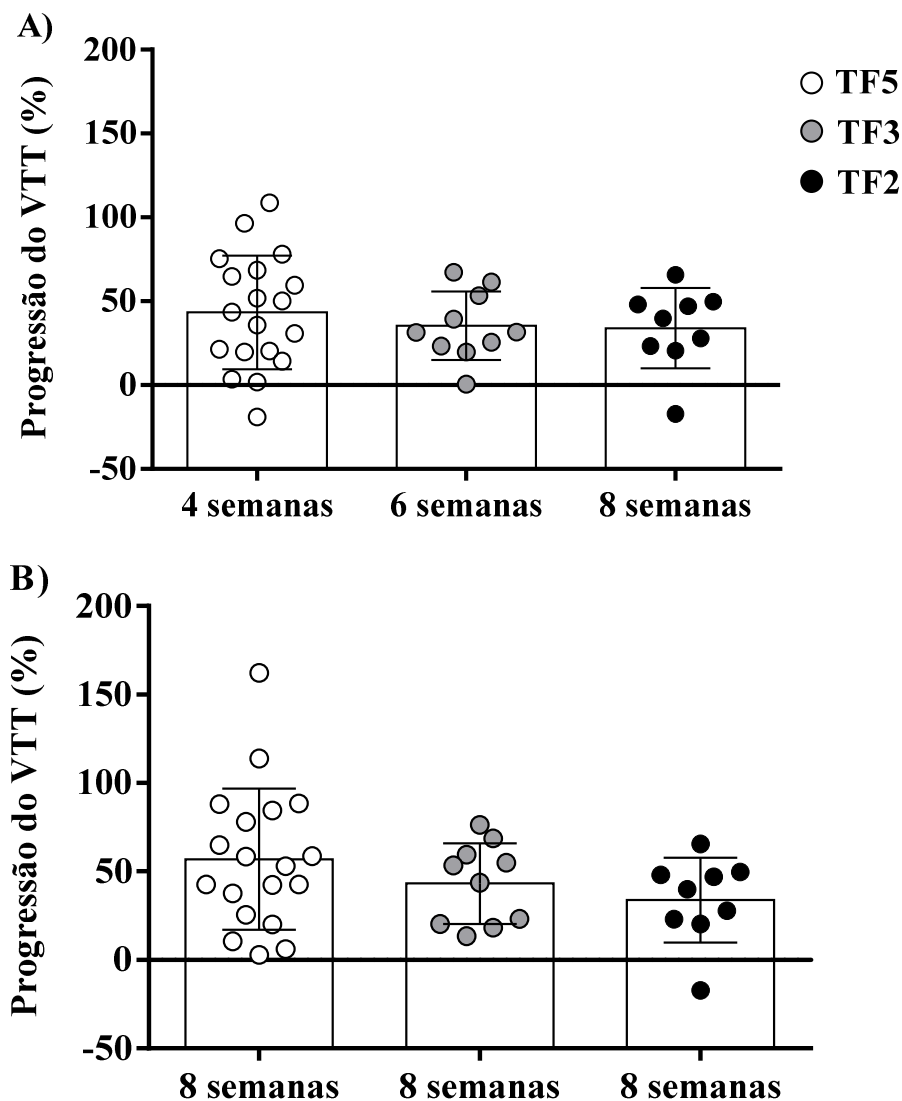


Figura 2. Percentual de aumento do volume total de treinamento (VTT) após o treinamento de força com frequência semanal de 5 vezes (TF5), 3 vezes (TF3) e 2 vezes (TF2), quando o VTT foi equalizado (Figura 2A) e quando não foi equalizado (Figura 2B). Valores apresentados em média e desvio-padrão.

3.3 Força máxima dinâmica

Todos os protocolos aumentaram significativamente os valores de 1-RM do pré-para o pós-treinamento quando as comparações foram realizadas com o VTT equalizado (TF5 = $44,58 \pm 8,71$ kg para $55,00 \pm 8,94$ kg, 26,00%, ES: 0,96; TF3 = $41,90 \pm 11,18$ kg para $52,20 \pm 11,31$ kg, 31,51%, ES: 0,89; TF2 = $45,56 \pm 7,14$ kg para $60,22 \pm 7,67$ kg, 33,54%, ES: 1,48; efeito principal de tempo, $P < 0.0001$; Figura 3A) e também quando as comparações foram realizadas com o VTT não equalizado (TF5 = $44,58 \pm 8,71$ kg para $62,32 \pm 10,74$ kg, 43,32%, ES: 1,53; TF3 = $41,90 \pm 11,18$ para $57,30 \pm 10,86$ kg, 40,26%, ES: 1,13; TF2 = $45,56 \pm 7,14$ kg para $60,22 \pm 7,68$ kg, 33,53%, ES: 1,48; efeito principal de tempo, $P < 0.0001$; Figura 3B). Não houveram diferenças significantes entre os protocolos em nenhuma das comparações.

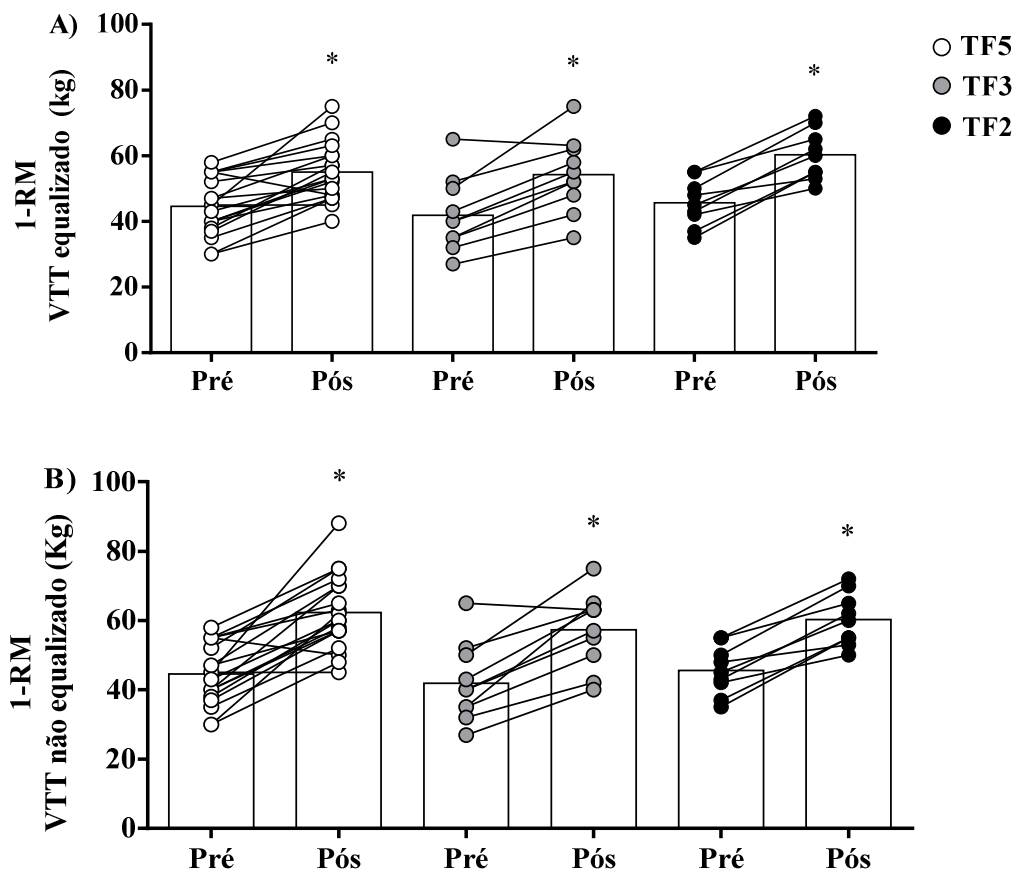


Figura 3. Força máxima dinâmica (1-RM) mensurada antes (Pré) e após (Pós) os protocolos de treinamento de força realizados com frequência semanal de 5 vezes (TF5), 3 vezes (TF3) e 2 vezes (TF2) com volume total do treinamento (VTT) equalizado (Figura 3A) e não equalizado (Figura 3B). *Significativamente diferente do Pré (Efeito principal de tempo, $P < 0.0001$). Valores apresentados em média e desvio-padrão.

3.4 Área de secção transversa muscular (AST)

Com relação à AST do VL, todos os protocolos aumentaram significativamente os valores do pré- para o pós-treinamento quando as comparações foram realizadas com o VTT equalizado (TF5 = $22,50 \pm 3,76 \text{ cm}^2$ para $24,60 \pm 3,93 \text{ cm}^2$, 9,85%, ES: 0,44; TF3 = $21,20 \pm 4,00 \text{ cm}^2$ para $23,29 \pm 4,24 \text{ cm}^2$, 10,10%, ES: 0,41; TF2 = $22,88 \pm 3,78 \text{ cm}^2$ para $25,51 \pm 3,70 \text{ cm}^2$, 11,87%, ES: 0,57; efeito principal de tempo, $P < 0.0001$; Figura 4A) e também quando foram realizadas com o VTT não equalizado (TF5 = $22,50 \pm 3,76 \text{ cm}^2$ para $25,31 \pm 4,32 \text{ cm}^2$, 12,70%, ES: 0,57; TF3 = $21,20 \pm 4,00 \text{ cm}^2$ para $23,59 \pm 4,22 \text{ cm}^2$, 11,75%, ES: 0,47; TF2 = $22,88 \pm 3,80 \text{ cm}^2$ para $25,51 \pm 3,70 \text{ cm}^2$, 11,87%, ES: 0,57; efeito principal de tempo, $P < 0.0001$; Figura 4B). Não houveram diferenças significantes entre os protocolos em ambas comparações.

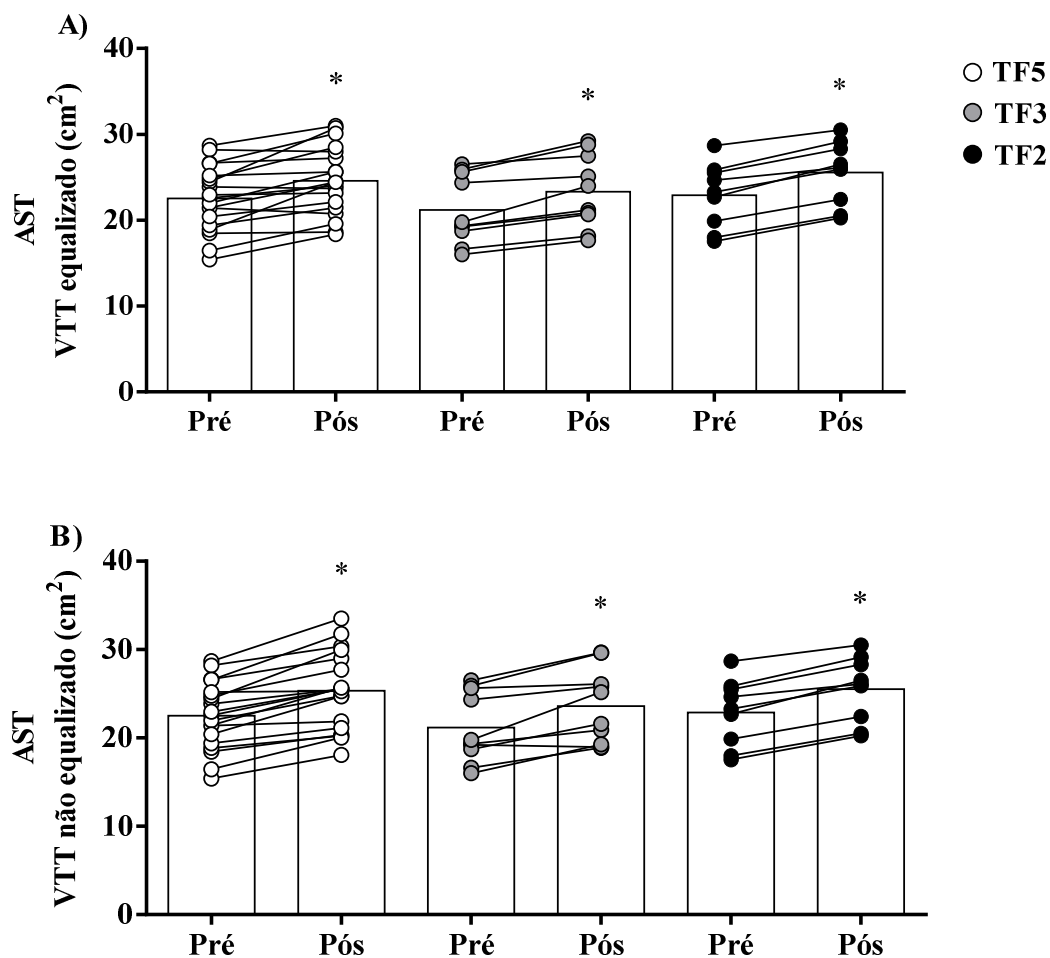


Figura 4. Área de secção transversa do músculo vasto lateral (AST) mensurada antes (Pré) e após (Pós) os protocolos de treinamento de força realizados com frequência semanal de 5 vezes (TF5), 3 vezes (TF3) e 2 vezes (TF2) com volume total do treinamento (VTT) equalizado (Figura 2A) e não equalizado (Figura 2B). *Significativamente diferente do Pré (Efeito principal de tempo, $P < 0.0001$). Valores apresentados em média e desvio-padrão

3.5 Adaptações individualizadas a altas e baixas frequências de treinamento

Não houveram diferenças significantes nas alterações da 1-RM e AST muscular entre as condições alta e baixa frequência de TF ($P > 0.05$). Entretanto, nota-se que alguns indivíduos apresentam maiores ganhos de 1-RM e AST muscular com uma maior

frequência e consequentemente maior VTT semanal, enquanto outros apresentam maiores ganhos com menor frequência e consequentemente menor VTT semanal (Figuras 5A e 5B).

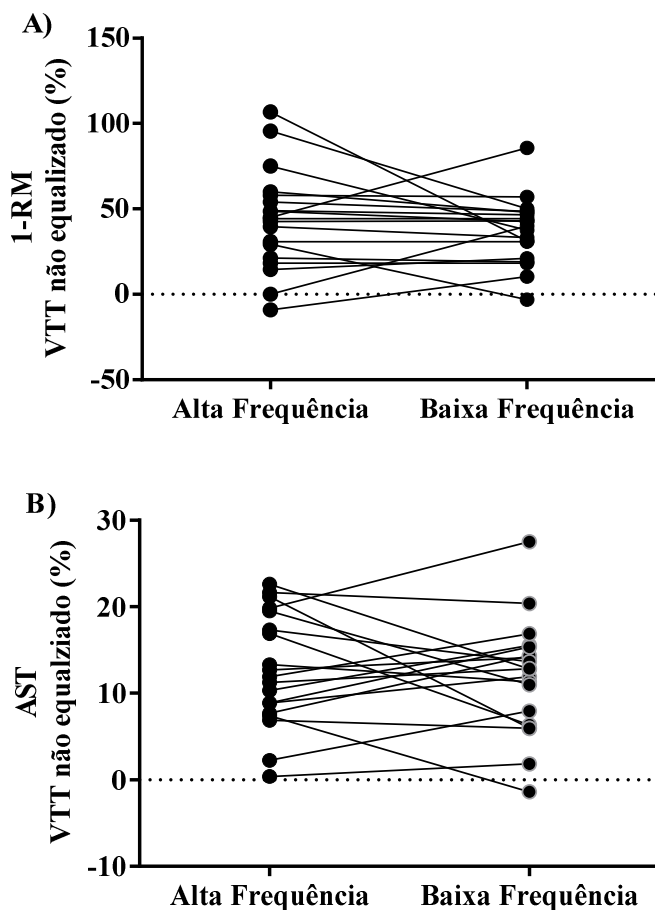


Figura 5. Alteração percentual (%) da força máxima dinâmica (1-RM) e área de secção transversa (AST) muscular após a realização do treinamento de força com alta (5 vezes por semana) e baixa frequência (2-3 vezes por semana).

4.DISSCUSSÃO

Esse é o primeiro estudo em nosso conhecimento que comparou diretamente uma frequência de TF de cinco vezes por semana (TF5) em que um mesmo grupo muscular é exercitado, com uma frequência de três (TF3) e duas vezes por semana (TF2). Nossos principais achados revelaram que maiores frequências de TF não promovem maior

hipertrofia e ganhos de força muscular, independente da equalização ou não do VTT. Adicionalmente, todas as frequências semanais de TF investigadas apresentaram um *effect size* médio para a AST e grande para a 1-RM.

Apenas alguns estudos controlados e randomizados investigaram os efeitos da frequência do TF na adaptações musculares, sendo a maioria deles realizados com VTT equalizado(SCHOENFELD et al., 2016a). Além disso, os poucos estudos disponíveis na literatura apresentam uma heterogeneidade substancial entre as frequências de treinamento investigadas, nível de treinamento dos sujeitos, e as técnicas de mensuração da força e da massa muscular. Com relação aos estudos que investigaram diferentes frequências de TF com VTT equalizado, Gentil et al.(2015) compararam a espessura muscular dos flexores dos cotovelos e o pico de torque isocinético de homens jovens iniciantes em TF, após realizarem de forma randômica oito exercícios para membros superiores em uma única sessão ou duas sessão com quatro exercícios em cada uma delas (3 x 8-12 repetições até a falha muscular), de modo que o volume fosse equalizado. Os resultados revelaram que não houve diferença significativa na hipertrofia muscular dos flexores do cotovelo e do pico de torque isocinético após 10 semanas de treinamento (10 sessões vs. 20 sessões). Nesse sentido, Candow et al.(2007) investigaram os efeitos de 2 vs. 3 vezes por semana de TF (3 x 10 repetições até a falha muscular) em homens e mulheres não praticantes de TF. Após 6 semanas, não foram observadas diferenças na força muscular e na massa magra (avaliado por DXA) entre as condições. Esses achados corroboram com os do presente estudo quando analisamos o VTT foi equalizado, pois não foi verificado diferença significativa no aumento da 1-RM e AST muscular entre os protocolos. Adicionalmente, todas as frequências semanais de TF investigadas apresentaram um *effect size* médio para a AST e grande para a 1-RM. Interessantemente, em nosso estudo, o VTT foi equalizado com diferentes períodos de TF (TF5 = 4 semanas

ou 20 sessões, TF3 = 6 semanas ou 18 sessões e TF2 = 8 semanas ou 16 sessões), o que acarretou em um menor número de semanas de treinamento para que o TF5 obtivesse os mesmos ganhos do TF3 e TF2. Embora não se tenham relatos de uma comparação direta entre 5x vs. 3x vs. 2 em que um mesmo grupo muscular é exercitado semanalmente, alguns estudos que investigaram os efeitos do TF de baixa intensidade realizada restrição do fluxo sanguíneo (TF-RFS) Abe et al. (2005; 2010; 2012) na força e massa muscular, foram conduzidos com alta frequência semanal de treinamento (duas sessões por dia, seis dias por semana) durante poucas semanas (2-6 semanas). Os resultados desses estudos evidenciaram que os ganhos de força e hipertrofia muscular se equiparam aos obtidos com um maior número de semanas de treinamento (8-12 semanas) realizadas com menor frequência (2 à 3 x por semana). Por exemplo, Abe et al. (2005) verificaram que o TF de baixa intensidade (30% de 1-RM) com RFS (TF-RFS) promoveu aumento de 9% da AST da coxa e 16,8% os valores de 1-RM do exercício de agachamento após duas semanas de treinamento. Durante esse período foram realizadas 24 sessões, sendo duas sessões em cada dia de treinamento. Estudos que investigaram a magnitude do dano muscular decorrente do TF-RFS verificaram que o dano muscular após esse protocolo é pequeno ou inexistente Loenneke et al. (2014) o que possibilita a realização de altas frequências do TF-RFS e pode explicar em partes as ótimas adaptações musculares conseguidas com tão pouco tempo de recuperação entre as sessões e em tão poucas semanas. Por outro lado, no presente estudo o protocolo FT5 que treinou com uma alta frequência de treinamento e pouco intervalo de recuperação entre as sessões com intensidade de moderada para alta intensidade (i.e., 8-12 repetições) até a falha muscular, realizou 20 sessões durante somente 4 semanas e apresentou resultados bem próximos ao estudo de Abe et al. (2005) pois foram observados aumentos de 9,8% na AST e 24% nos valores de 1-RM. Mesmo esse protocolo apresentando um considerável dano muscular nas primeiras

sessões de TF Damas et al. (2016a; 2016b) ele progrediu o VTT e promoveu ganhos similares aos do protocolo de TF-RFS com baixo dano. Possivelmente, o intervalo de descanso de 24h entre as sessões tenha sido suficiente para a recuperação do TF5, pois a progressão do VTT foi similar a dos protocolos TF3 e TF2 (TF5 = 43%, TF3 = 35% e TF2 = 34%), os quais tiveram maior intervalo de recuperação. Portanto, pode-se sugerir que o efeito protetor decorrente de repetidas sessões do TF Damas et al. (2016a; 2016b) tenha garantido um menor dano muscular com o passar das sessões do protocolo TF5, permitindo uma recuperação suficiente. Esses resultados sugerem que o aumento da frequência de treinamento semanal de um mesmo grupo muscular, pode ser interessante para iniciantes que desejam obter ganhos de força e massa muscular em curto prazo.

Com relação às comparações entre diferentes frequências de TF quando o VTT não é equalizado, tem sido sugerido que o aumento do volume semanal, o qual apresenta relação direta com o VTT semanal pode influenciar as adaptações musculares. Em recente metanálise, Schoenfeld et al., (2016a) verificaram uma dose-reposta do volume de TF e a hipertrofia muscular. Os resultados da metanálise revelaram que 5-9 séries semanais para o mesmo grupo muscular induzem uma maior hipertrofia muscular que um número menor que 5 séries semanais. Adicionalmente, foi verificado também que um volume maior que 10 séries semanais promove hipertrofia muscular ainda maior que os volumes citados anteriormente. No presente estudo, os protocolos TF2 e TF3 foram realizados com um volume de 6-9 séries semanais, enquanto que o TF5 com um volume de 15 séries na semana. Esse maior volume semanal do TF5 acarretou em um VTT semanal significativamente maior para o TF5 (entre 43-62%) comparado aos protocolos TF2 e TF3. Apesar disso, não houve diferenças significantes nos ganhos de força e hipertrofia muscular após 8 semanas de treinamento. Embora estudos reportem que protocolos de TF com maior VTT demonstraram maiores hipertrofia muscular quando

comparado aos realizados com menor VTT, independentemente da manipulação de outras variáveis do TF (e.g., intensidade, volume e frequência de TF) (BRAITH et al., 1989; CARROLL et al., 1998; PETERSON et al., 2004; CANDOW et al., 2007; KELLY et al., 2007; RONNESTAD et al., 2007; KRIEGER, 2009; MITCHELL et al., 2012; SCHOENFELD, 2013; SOONESTE et al., 2013; GENTIL et al., 2015) outros estudos verificaram que as adaptações musculares são similares apesar da diferença no VTT (OSTROWSKI et al., 1997; BOTTARO et al., 2011; MITCHELL et al., 2012; NOBREGA et al., 2017). Por exemplo, Mitchell et al. (2012) não encontraram diferenças nos ganhos de força muscular e hipertrofia muscular após protocolos de diferentes intensidades e volumes (3 x 30% vs. 3 x 80% vs. 1 x 80%), apesar do menor VTT realizado no protocolo composto de uma única série realizada à 80% 1-RM. Nesse sentido, em estudo recente do nosso laboratório, Nóbrega et al. (2017) comparam os efeitos de protocolos de alta e baixa intensidade (80% e 30% de 1-RM, respectivamente) realizados até a falha muscular ou até a interrupção voluntária, realizada previamente ao ponto de falha. Os resultados demonstraram que apesar do maior VTT para os protocolos de alta intensidade, os ganhos de força, massa muscular e alterações no ângulo de penação das fibras musculares foram similares aos protocolos de baixa intensidade. Baseado nas divergências entre os estudos com relação aos efeitos do VTT nas adaptações musculares, nossos achados permitem sugerir que alguns indivíduos podem ser responsivos a altos volume de treinamento, enquanto outros a um menor volume. No presente estudo, nós comparamos a perna que realizava o TF5, a qual nomeamos de alta frequência, com a perna contralateral, a qual executou TF3 ou TF2, nomeada de baixa frequência. Os resultados mostraram que além de não haver diferenças significantes entre as duas condições, alguns indivíduos se demonstram mais responsivos com a realização de uma maior frequência e conseqüentemente maior VTT (i.e., apresentaram maiores ganhos de

força e muscular), enquanto outros indivíduos foram mais responsivos a menor frequência e VTT (Figura 5). Esses resultados sugerem que pode haver uma relação dose-resposta individual do VTT, e que os indivíduos ter maximizada suas respostas adaptativas, tanto com um alto, quanto um baixo volume de treinamento. Assim, nós sugerimos que futuros estudos que investiguem diferentes doses de VTT semanal em baixos e altos respondedores e os mecanismos relacionados aos ganhos de força e massa muscular, pois dessa forma será possível compreender melhor dose do VTT semanal mais adequada a cada indivíduo.

Este estudo tem limitações. O modelo de treinamento unilateral empregado no presente estudo pode favorecer a ocorrência de educação cruzada, o que pode levar a ganhos de força induzidos neuralmente em músculos contralaterais em sujeitos não treinados (LEE et al., 2007). No entanto, acreditamos que os efeitos de educação cruzada (pelo menos na avaliação pós-treinamento) foram minimizados em nosso projeto devido aos seguintes fatores: a) a ocorrência de ganhos de força induzidos por adaptação neural tem duração inferior ao número de sessões realizados no presente estudo; B) Em uma meta-análise, Munn et al. (2004) demonstraram um ganho de força médio de ~ 10% quando submetidos a educação cruzada em indivíduos não treinados. Nossos ganhos de força são 1,5 vezes maiores do que os ganhos induzidos pela educação cruzada, o que pode excluir a educação cruzada como um fator que impulsiona as adaptações induzidas pelo treinamento; D) As vantagens de usar um delineamento experimental intra-sujeitos superam as de um delineamento entre-sujeitos. A variabilidade biológica (delineamento entre-sujeitos) tem um efeito maior sobre a força muscular e os ganhos de massa muscular que a educação cruzada; E) mm delineamento experimental intra-sujeitos é muito eficaz no controle da variabilidade biológica, uma vez que as respostas entre pernas são igualmente afetadas pela variabilidade biológica; F) o delineamento experimental intra-

sujeitos possibilitou verificar os efeitos da alta e baixa frequência de treinamento em um mesmo sujeito, e constatar que alguns indivíduos são mais responsivos ao alto VTT semanal, enquanto outros a um menor VTT semanal.

CONCLUSÃO

A alta frequência do treinamento de força não afeta a magnitude da hipertrofia e os ganhos de força muscular de indivíduos jovens não treinados.

REFERÊNCIAS

ABE, T.; LOENNEKE, J. P.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; THIEBAUD, R. S.; BEMBEN, M. G. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 32, n. 4, p. 247-52, Jul 2012.

ABE, T.; SAKAMAKI, M.; FUJITA, S.; OZAKI, H.; SUGAYA, M.; SATO, Y.; NAKAJIMA, T. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. **J Geriatr Phys Ther**, v. 33, n. 1, p. 34-40, Jan-Mar 2010.

ABE, T.; YASUDA, T.; MIDORIKAWA, T.; SATO, Y.; KEARNS, C.; INOUE, K.; KOIZUMI, K.; ISHII, N. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 1, p. 6-12, 2005.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, Jul 2009a.

_____. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar 2009b.

BOTTARO, M.; VELOSO, J.; WAGNER, D.; GENTIL, P. Resistance training for strength and muscle thickness: effect of number of sets and muscle group trained. **Science and Sports** v. 26, 2011.

BRAITH, R. W.; GRAVES, J. E.; POLLOCK, M. L.; LEGGETT, S. L.; CARPENTER, D. M.; COLVIN, A. B. Comparison of 2 vs 3 days/week of variable resistance training during 10- and 18-week programs. **Int J Sports Med**, v. 10, n. 6, p. 450-4, Dec 1989.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **J Exerc Physiol Online**, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

CANDOW, D. G.; BURKE, D. G. 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**, v. 21, n. 1, p. 204-7, Feb 2007.

CARROLL, T. J.; ABERNETHY, P. J.; LOGAN, P. A.; BARBER, M.; MCENIERY, M. T. Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. **European Journal of Applied Physiology**, v. 78, p. 270-275, 1998.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.

DAMAS, F.; PHILLIPS, S. M.; LIBARDI, C. A.; VECHIN, F. C.; LIXANDRAO, M. E.; JANNIG, P. R.; COSTA, L. A.; BACURAU, A. V.; SNIJDERS, T.; PARISE, G.; TRICOLI, V.; ROSCHEL, H.; UGRINOWITSCH, C. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. **J Physiol**, v. 594, n. 18, p. 5209-22, Sep 15 2016a.

DAMAS, F.; PHILLIPS, S. M.; LIXANDRAO, M. E.; VECHIN, F. C.; LIBARDI, C. A.; ROSCHEL, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. **Eur J Appl Physiol**, v. 116, n. 1, p. 49-56, Jan 2016b.

GENTIL, P.; FISCHER, B.; MARTORELLI, A. S.; LIMA, R. M.; BOTTARO, M. Effects of equal-volume resistance training performed one or two times a week in upper body muscle size and strength of untrained young men. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 55, n. 3, p. 144-9, Mar 2015.

KELLY, S. B.; BROWN, L. E.; COBURN, J. W.; ZINDER, S. M.; GARDNER, L. M.; NGUYEN, D. The effect of single versus multiple sets on strength. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 4, p. 1003-6, Nov 2007.

KRIEGER, J. W. Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 6, p. 1890-901, Sep 2009.

LEE, M.; CARROLL, T. J. Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. **Sports Med**, v. 37, n. 1, p. 1-14, 2007.

LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T. Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence. **Scand J Med Sci Sports**, Mar 20 2014.

MITCHELL, C. J.; CHURCHWARD-VENNE, T. A.; WEST, D. W.; BURD, N. A.; BREEN, L.; BAKER, S. K.; PHILLIPS, S. M. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **J Appl Physiol (1985)**, v. 113, n. 1, p. 71-7, Jul 2012.

MUNN, J.; HERBERT, R. D.; GANDEVIA, S. C. Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. **J Appl Physiol** (1985), v. 96, n. 5, p. 1861-6, May 2004.

NOBREGA, S. R.; UGRINOWITSCH, C.; PINTANEL, L.; BARCELOS, C.; LIBARDI, C. A. Effect of Resistance Training to Muscle Failure Versus Volitional Interruption at high- and low-intensities on Muscle Mass and Strength **Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print**, p. 1-23, JAN 2017.

OSTROWSKI, K.; WILSON, G.; WEATHERBY, R.; MURPHY, P.; LYTTLE, A. The effect of wheight training volume on hormonal output and muscular size and function. **J Strength and Cond Res**, 1997.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 2, p. 377-82, May 2004.

RONNESTAD, B. R.; EGELAND, W.; KVAMME, N. H.; REFSNES, P. E.; KADI, F.; RAASTAD, T. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 1, p. 157-63, Feb 2007.

SCHOENFELD, B. J. Is There a Minimum Intensity Threshold for Resistance Training-Induced Hypertrophic Adaptations? **Sports Med**, Aug 19 2013.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **J Sports Sci**, p. 1-10, Jul 19 2006.

_____. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **J Sports Sci**, p. 1-10, Jul 19 2016 2016a.

_____. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 46, n. 11, p. 1689-1697, Nov 2016b.

SCHOENFELD, B. J.; RATAMESS, N. A.; PETERSON, M. D.; CONTRERAS, B.; SONMEZ, G. T.; ALVAR, B. A. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 10, p. 2909-18, Oct 2014.

SCHOENFELD, B. J.; RATAMESS, N. A.; PETERSON, M. D.; CONTRERAS, B.; TIRYAKI-SONMEZ, G. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 7, p. 1821-9, Jul 2015.

SOONESTE, H.; TANIMOTO, M.; KAKIGI, R.; SAGA, N.; KATAMOTO, S. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 1, p. 8-13, Jan 2013.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEE, R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. **Sports Med**, v. 37, n. 3, p. 225-64, 2007.

Wirth K, Atzor KR, Schmidtbleicher D. **Changes in muscle mass detected by MRI, after an eight week hypertrophy training program.** In: Koskolou M, editor.