

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Dante de Mattos Fraga

**ANÁLISE DA MAGNITUDE DE HIPERTROFIA EM GRUPOS MUSCULARES  
DISTINTOS MEDIANTE TREINAMENTO DE FORÇA**

Belo Horizonte

2018

Dante de Mattos Fraga

**ANÁLISE DA MAGNITUDE DE HIPERTROFIA EM GRUPOS MUSCULARES  
DISTINTOS MEDIANTE TREINAMENTO DE FORÇA**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Musculação e Sistema de Treinamento em Academia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Cesar Ribeiro Diniz

Belo Horizonte

2018

F811a Fraga, Dante de Mattos  
2018 Análise da magnitude de hipertrofia em grupos musculares distintos mediante treinamento de força. [manuscrito] / Dante de Mattos Fraga – 2018.  
29 f., enc.: il.

Orientador: Rodrigo Cesar Ribeiro Diniz

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 27-29

1. Musculação. 2. Força muscular. 3. Exercícios físicos. 4. Treinamento de resistência. I. Diniz, Rodrigo Cesar Ribeiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015.52



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Monografia intitulada: Análise da magnitude de hipertrofia em grupos musculares distintos mediante treinamento de força, de autoria do pós-graduando **DANTE DE MATTOS FRAGA**, defendida em 06/04/2018, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Fernando Vitor Lima

Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Coordenador do Curso de Especialização em Treinamento Esportivo  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte,  
18/03/2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me guiar e me ofertar oportunidades para me aprimorar na vida. E agradeço também por todos que Ele colocou em meu caminho.

Aos meus queridos pais Ricardo e Maria Inez, e meu irmão Guido pelo amor incondicional, ofertando toda atenção e suporte na minha vida sempre. Aos meus amados avôs, pelo exemplo e apoio à minha educação. E à minha namorada Ingrid, pela força e estímulo em minha jornada.

Ao meu orientador Rodrigo Diniz, pelo suporte e atenção sempre me atendendo com muita prontidão.

De modo geral, a todos os meus professores da especialização, em especial aos professores, Mauro Heleno e Fernando Vitor, por me proporcionarem uma grande porta para meu conhecimento, sempre me oferecendo questionamentos imprescindíveis para o meu crescimento profissional.

## Resumo

O objetivo deste trabalho, através de uma revisão bibliográfica, é buscar analisar possíveis discrepâncias adaptativas relacionados à hipertrofia muscular entre os músculos do quadríceps femoral, bíceps braquial e tríceps braquial; e sendo assim, analisar as possíveis causas para tais adaptações. Este estudo é uma revisão bibliográfica, na qual foram consultadas às bases de dados eletrônicas: Google acadêmico e PubMed. As palavras-chave usadas em várias combinações foram: resistance training, muscle hypertrophy, treino de força e hipertrofia muscular. Foram descritos ao todo vinte e quatro artigos relacionados ao treinamento de força aplicados ao quadríceps femoral, bíceps braquial e tríceps braquial. Ao final do estudo, os resultados obtidos pelos autores descritos foram relativizados pelo número de sessões aplicados pelos mesmos. O grupo dos extensores de cotovelo apresentaram maiores médias de hipertrofia em relação aos flexores de cotovelo e extensores do joelho, porém como o número de sessões e protocolos aplicados foram diferentes, torna-se necessário mais estudos neste sentido para aprimorar esta compreensão.

**Palavras-chave:** Treinamento de Resistência, Área Transversal, Volume Muscular, Espessura Muscular.

## **Abstract**

The objective of this work, through a literature review, is to analyze possible adaptive discrepancies related to muscle hypertrophy between the femoral quadriceps, biceps brachii and brachial triceps muscles; and thus, analyze the possible causes for such adaptations. This study is a bibliographical review, in which the electronic databases were consulted: Google academic and PubMed. The keywords used in various combinations were: resistance training, muscle hypertrophy, strength training and muscle hypertrophy. Twenty-four articles related to strength training applied to the femoral quadriceps, biceps brachii and triceps brachii were described. At the end of the study, the results obtained by the authors described were relativized by the number of sessions applied by them. The group of elbow extensors presented higher averages of hypertrophy in relation to the elbow flexors and knee extensors, but since the number of sessions and protocols applied were different, more studies in this sense are necessary to improve this understanding.

**Keywords:** Resistance Training, Cross-sectional Area, Muscle Volume, Muscle Thickness.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. MÉTODOS .....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1 Estudos Abordando Aumento da Área de Secção Transversa para o Grupo Quadríceps Femoral.....	10
3.2 Estudos Abordando Aumento da Área de Secção Transversa para o Grupo Bíceps Braquial.....	15
3.3 Estudos Abordando Aumento da Área de Secção Transversa para o Grupo Tríceps Braquial.....	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	20
5. CONCLUSÃO .....	26
REFERÊNCIAS .....	27



## 1. INTRODUÇÃO

O músculo esquelético é um tecido que possui a habilidade de se adaptar morfológica e funcionalmente à atividade física (GACESA *et al.*, 2010). Através da prática do treinamento de Força é possível promover tais adaptações ao músculo, como o aumento da área de secção transversa, (WAKAHARA *et al.*, 2013). Esta é caracterizada pela síntese de proteínas miofibrilares que superam o catabolismo da mesma (MITCHELL *et al.*, 2014) gerando o aumento do volume muscular, ou hipertrofia.

A montagem de um programa treinamento de força com este objetivo é complexo e envolve o controle das inúmeras variáveis como afirma Sooneste *et al.* (2013). Contudo, Simão e Fleck (2008) afirmam que diferentes combinações das variáveis do treinamento de força são fundamentais para promover hipertrofia muscular.

Porém, apesar das configurações do treinamento determinarem a magnitude de repostas de hipertrofia, pode ser que as mesmas tenham limitações de acordo com o grupo muscular treinado. Neste sentido (ABE *et al.*, 2000), aplicando o mesmo protocolo de treinamento, sendo este, para exercícios de extensão de joelho na cadeira extensora e extensão de cotovelo na polia (conhecido como rosca direta), encontraram um significativo aumento na espessura muscular dos extensores de cotovelo (média de aumento de 11,42 %, desvio padrão de 0,41) porém o mesmo não foi encontrado nos músculos extensores de joelho, dos voluntários (média de aumento de 6,81 %, desvio padrão de 0,58).

Mangine *et al.* (2015), também utilizando os mesmos protocolos, para exercícios de agachamento e extensão de cotovelos, encontraram adaptações distintas no aumento na área de secção transversa entre os grupos musculares. Segundo os autores, ao final da aplicação do protocolo os músculos do tríceps braquial apresentaram um aumento significativo maior na área de secção transversa em relação ao quadríceps femoral. Tais resultados, reforçam uma incógnita sobre uma possível diferença na magnitude do processo de adaptação ao treinamento de força entre grupos musculares distintos, especificamente entre membros superiores e inferiores.

Uma possibilidade associada a esta diferença na resposta de magnitude de hipertrofia seria a composição das fibras musculares nos diferentes grupos musculares. Johnson *et al.* (1973), realizando autópsias de seis indivíduos diferentes, apresenta diferenças percentuais na distribuição dos tipos de fibras musculares tanto para cada grupo, quanto para regiões específicas do mesmo grupo muscular. Segundo dados do autor sobre os indivíduos avaliados, é possível observar que os músculos do reto femoral, vasto lateral e tríceps braquial não apresentam significativas diferenças na concentração de fibras musculares tipo II entre si. Porém, os mesmos apresentam maiores concentrações de tais fibras musculares em relação aos músculos do bíceps braquial e vasto medial. Assim a simples análise da característica de composição das fibras musculares analisadas, não sugerem a razão sobre as diferenças na magnitude de hipertrofia entre os diferentes grupos musculares.

Portanto, o presente estudo realizado por meio de uma revisão bibliográfica, descreve diferentes protocolos de treinamento e resultados de hipertrofia encontrados na literatura para os grupos musculares do quadríceps femoral, bíceps braquial e tríceps braquial. E assim, por intermédio de tais dados o presente estudo busca avaliar a possibilidade dos músculos citados, descritos no trabalho, apresentarem uma melhor adaptação em análise comparativa aos mesmos, para o aumento na área de secção transversa através do treino de força.

## 2. MÉTODOS

Este estudo é uma revisão bibliográfica, na qual foram consultadas às bases de dados eletrônicas: Google Acadêmico e PubMed. As palavras-chave usadas em várias combinações foram: *resistance training*, *muscle hypertrophy*, *treino de força* e *hipertrofia muscular*.

Os critérios de inclusão foram pesquisas na língua portuguesa e inglesa; realizadas com seres humanos, na idade adulta; do sexo masculino; que abordassem o treino de força aplicada aos grupos musculares do quadríceps femoral, bíceps braquial, tríceps braquial e que apresentassem os resultados de hipertrofia muscular apresentados em exames de imagem: ressonância magnética ou ultrassonografia. Foram adotados os dados de referência que utilizaram 50% da distância entre as articulações proximais e distais como ponto de corte para os exames de imagem nos músculos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Estudos abordando aumento da área de secção transversa para o grupo Quadríceps Femoral

Com base nos estudos aplicados em Quadríceps Femoral, Narici *et al.* (1996), utilizando um protocolo de estudo de seis meses, com sete voluntários destreinados (média de idade de 29 anos), observaram através de exame de ressonância magnética aplicado na metade da distância entre a borda superior da cabeça do fêmur e a borda inferior do côndilo lateral do mesmo, uma média de aumento de 13,8 % na área de secção transversa nos músculos do Quadríceps femoral. O protocolo foi aplicado três vezes por semana, durante seis meses de aplicação. O exercício aplicado pelo estudo foi a extensão de joelhos na cadeira extensora, à 80% do desempenho no teste de uma repetição máxima (1RM), sendo realizado seis séries de 8 repetições com três minutos de pausa.

Utilizando exclusivamente exercícios em cadeira extensora, Holm *et al.* (2008), encontraram respostas diferentes realizando dois protocolos distintos para cada membro inferior dos voluntários. Metade dos indivíduos treinaram com protocolos de alta intensidade para o membro dominante e baixas intensidades para o membro não dominante, enquanto a outra metade treinou de forma contrária, aplicando baixas intensidades para o membro não dominante. Sendo assim, ainda segundo os autores, enquanto um membro se exercitava em dez séries, mantendo três minutos de pausa, com intensidade de 70% (de 1 RM) e 8 repetições, totalizando 25 segundos para cada série; o segundo membro inferior do mesmo indivíduo, se exercitava utilizando 15,5% (de 1 RM), com um total de 36 repetições, aplicando 5 segundos para cada repetição, somando um total de 3 minutos para cada série. O protocolo foi aplicado 3 vezes por semana durante 12 semanas de aplicação. Através de exame de ressonância magnética, aplicado à vinte centímetros do platô tibial lateral, foi constatado uma média de 8% de aumento na área de secção transversa no grupo dos quadríceps femoral para os membros que utilizaram maior intensidade de cargas durante o protocolo, enquanto o segundo membro de cada voluntário apresentou uma média de aumento de 3 %.

Realizando maiores variações de exercícios adotados durante o protocolo, porém mantendo uma mesma intensidade de cargas, Fonseca *et al.* (2014), com

auxílio de exames de ressonância magnética, aplicado à metade da distância entre o trocânter maior e a borda inferior do epicôndilo lateral do fêmur, observaram uma média de aumento de 12% na área de secção transversa nos músculos do quadríceps femoral. O estudo realizou um total de 12 semanas de protocolo em 10 indivíduos destreinados. Os exercícios, foram aplicados 2 vezes por semana durante todo o protocolo, realizando um total de 3 séries de 8 repetições, com 2 minutos de intervalo entre as séries. Os exercícios adotados foram: agachamento no Hack Squat e Levantamento Terra.

Buscando analisar protocolos com diferentes ações musculares para quadríceps femoral, Franchi *et al.* (2014), dividiram em seu estudo 12 voluntários (média de idade 25 anos) em dois grupos: um realizando protocolo de ação muscular excêntrica no aparelho leg press, enquanto outro grupo realizou o mesmo exercício, porém realizando apenas ações concêntricas. O protocolo foi realizado três vezes por semana, durante 10 semanas totais e ambos os grupos realizaram quatro séries de oito a dez repetições máximas (80% de 1RM), com um minuto de intervalo entre as séries. Sendo assim, os autores observaram ao final do estudo, com auxílio de um aparelho de ressonância magnética, aplicado à metade da distância entre as articulações do joelho e quadril, que o grupo que realizou apenas ações excêntricas durante o estudo, apresentaram uma média de 7 % de aumento na área de secção transversa no músculo do quadríceps femoral, enquanto o segundo grupo que realizou apenas ações concêntricas obteve uma média de aumento de 11 %.

Utilizando também uma maior variação de exercícios, Mitchell *et al.* (2014), realizaram um protocolo de quatro exercícios em vinte e três indivíduos destreinados (média de idade, 24 anos), aplicando um total de oito semanas de aplicação com uma frequência de duas vezes semanais. Os exercícios selecionados pelos autores foram: extensão de joelhos no leg press e cadeira extensora, flexão de joelhos na mesa flexora, e extensão de tornozelos no leg press. Como descreve os autores, foi utilizado um modelo progressivo linear de treinamento para o protocolo, em que nas primeiras semanas de aplicação, foi adotado três sequências de doze repetições máximas de cada exercício, e posteriormente quatro sequências de seis repetições máximas. Com auxílio de um aparelho de ressonância magnética, aplicado à metade da porção do músculo do quadríceps femoral, os autores encontraram uma média de 7% no aumento da área de secção transversa nos músculos do quadríceps femoral ao final do protocolo.

Avaliando as adaptações para protocolos de agachamentos a fundo, Earp *et al.* (2015), realizaram uma aplicação de protocolo com dois grupos de nove voluntários (média de idade entre 18 e 35 anos), durante oito semanas, sendo que um grupo realizou como protocolo o agachamento a fundo, enquanto o segundo grupo realizou agachamento associado com pliometria, ambos mantendo uma frequência de três vezes semanais de execução dos exercícios. O grupo que realizou apenas agachamento, realizou a primeira sessão do treino com três séries de três repetições máximas (90 % do RM), sendo que para a segunda sessão semanal foi estabelecido três séries de oito repetições máximas (75% do RM), e para a terceira sessão, três sequências de seis repetições máximas (80% do RM). O grupo que realizou como protocolo, agachamentos associados a saltos pliométricos, realizou na primeira sessão semanal sete sequências de seis repetições sem carga, segunda sessão semanal foi realizado 5 sequências de cinco repetições com 30% do RM, e a terceira sessão semanal foi realizado o mesmo protocolo da primeira sessão semanal. Com auxílio de aparelhos de ultrassonografia, aplicado à metade da porção do músculo do quadríceps femoral, os autores encontraram em ambos os grupos uma média de aumento de 14% na área de secção transversa no músculo.

Abordando uma análise de forma isolada sobre músculos do quadríceps femoral, Mangine *et al.* (2015), após aplicação de um protocolo de oito semanas em 14 indivíduos treinados (média de idade de 24 anos), obtiveram com auxílio de aparelho de ultrassonografia, aplicado à metade da distância longitudinal do músculo, uma média de aumento na área de secção transversa de 5 % e 3,3% para músculos Reto femoral e Vasto Lateral respectivamente (média geral de 4,15%). Os autores utilizaram como metodologia do protocolo quatro sequências de 10 a 12 repetições máximas (70% do RM) de agachamentos no aparelho Hack Squat, com quatro frequências semanais de realização do protocolo, durante todo o tempo de aplicação.

Também realizando uma análise de músculos do quadríceps femoral de forma isolada após a aplicação do protocolo. Neste sentido, Wakahara *et al.* (2015), aplicando um protocolo de estudo de 12 semanas com 10 homens destreinados, obtiveram através de análise de ressonância magnética, realizado à metade da porção do músculo do quadríceps femoral, uma média de aumento de 25%, 10%, 10% e 9% na área de secção transversa dos músculos reto femoral, vasto Intermédio, Vasto Lateral e Vasto Medial, respectivamente (média geral de 13,5%). Os autores realizaram os protocolos três vezes semanais durante toda a aplicação. Foram

adotados apenas o exercício de extensão de joelhos na cadeira extensora, estabelecendo como volume de cinco série de exercícios, à uma intensidade de 8 repetições máximas e com intervalo de 90 segundos entre as séries. Também foi adotado uma dinâmica de 2 segundos para a fase excêntrica e concêntrica dos exercícios.

Com análise exclusiva nos músculos Vastos Laterais, Wilkinson *et al.* (2015), também realizam protocolos isolados em dois grupos de voluntários destreinados (média de idade de 23 anos), em que um grupo realizou quatro sequências de 8 a 10 repetições máximas, de extensão de joelho no aparelho Leg Press, realizando apenas a fase concêntrica dos exercícios. Enquanto o segundo grupo, realizou o mesmo protocolo, porém executando apenas a fase excêntrica dos exercícios. O protocolo foi realizado 3 vezes por semana, durante um total de 4 semanas, e com auxílio de aparelho de ultrassonografia, aplicado à metade da porção do músculo do quadríceps femoral, os autores relataram uma média de aumento na área de secção transversa de 7,5 % e 8,4 %, para os grupos de trabalho excêntrico e concêntrico, respectivamente.

Schoenfeld *et al.* (2016), também aplicando um total de quatro exercícios para os músculos do quadríceps femoral, sendo estes: extensão de joelhos nos aparelhos leg press e cadeira extensora, além do agachamento livre; em 21 homens treinados (médias de idade entre 21 e 35 anos), obtiveram através de análise de ultrassonografia um aumento médio de 13% na área de secção transversa para os músculos do quadríceps femoral. Os exames de imagem foram aplicados à metade da distância entre a espinha íliaca antero superior e a borda superior da patela. O protocolo foi realizado em uma frequência de três sessões semanais, durante um total de oito semanas de aplicação, adotando um total de três séries de oito a doze repetições máximas, com três minutos de intervalo para cada exercício. Os autores também adotaram parâmetros de tempo excêntrico (dois segundos), e concêntrico (um segundo) para os exercícios.

#### **Quadro 1 – síntese dos estudos que verificaram hipertrofia do quadríceps femoral através de treinamento de força**

<b>QUADRÍCEPS</b>					
<b>AUTORES</b>	<b>AMOSTRA/</b>	<b>EXERCÍCIOS/</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>EXAME</b>	<b>RESULTADO</b>
		<b>MÚSCULOS</b>	<b>DE</b>		

	<b>MÉDIA DE IDADE</b>		<b>SESSÕES APLICADAS</b>		
NARICI <i>et al.</i> 1996	7 H.D./ 29,0 ± 3,6 anos	Quadríceps/ Cadeira Extensora	72 Sessões	MRI	Hipertrofia 13,8 ± 3,3%
HOLM <i>et al.</i> 2008	10 H.D./ 25,0 ± 1 anos	Quadríceps/ Cadeira Extensora	36 Sessões	MRI	Hipertrofia 8,0 ± 1 % (grupo treinado a 70% do RM) 3,0 ± 1 % (grupo treinado a 15,5% do RM)
FONSECA <i>et al.</i> 2014	10 H.D./ N.D.	Quadríceps/ Squat, leg press, deadlift	24 Sessões	MRI	Hipertrofia 12,2%
FRANCHI <i>et al.</i> 2014	12 H.D./ 25±3 anos	Leg Press/ Quadríceps	30 Sessões	MRI	Carga Excêntrica (7% de hipertrofia) Carga Concêntrica (11% de hipertrofia)
MITCHELL <i>et al.</i> 2014	23 H. D. / 24±1 anos	Leg Press; Cadeira Extensora; Mesa Flexora; Extensão de tornozelo no Leg Press/ Quadríceps	16 Sessões	MRI	Hipertrofia (7,9±1,6%)
EARP <i>et al.</i> 2015	9 H.D./ 18 – 35 anos	Quadríceps/ Agachamento	24 Sessões	UT	Hipertrofia Agachamento à fundo: 14,7 ± 6,7 % Agachamento à fundo com salto: 14,3 ± 7,8 %
MANGINE <i>et al.</i> 2015	14 H.T. / 24,0 ± 3,0 anos	Reto femoral (RF), vasto latera (VL) /agachamento squat.	32 Sessões	UT	Hipertrofia 4,15 ± 1,8 %**



WAKAHARA <i>et al.</i> 2015	10 H.D./ 25,7±4,4 anos	Cadeira Extensora/ Quadríceps	36 Sessões	MRI	Hipertrofia 13,5 ± 1,2 % *
WILKINSON <i>et al.</i> 2015	10 H.D./ 23 ± 4 anos	Quadríceps (Vasto Lateral) / Leg Press	24 Sessões	UT	Hipertrofia Carga concêntrica:7,5 % Carga Excêntrica: 8,4 %
SCHOENFELD <i>et al.</i> 2016	21 H.T./ entre 18 E 35 anos	Quadríceps/ Agachamento livre, Leg Press, Cadeira Extensora	24 Sessões	UT	Hipertrofia 13.3% ± 1,4 %

Legendas: H.D. (Homens Destreinados); H.T. (Homens Treinados); N.D. (Não descrito); MRI (Ressonância Magnética); UT (Ultrassonografia); \* média de hipertrofia entre: reto femoral, vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio; \*\*média de hipertrofia entre: vasto lateral e reto femoral.

### 3.2 Estudos abordando aumento da área de secção transversa para o grupo Bíceps Braquial

Com base nos estudos realizados com bíceps braquial, utilizando um protocolo de 12 semanas, com 8 homens destreinados como voluntários (média de idade 25 anos), Sooneste *et al.* (2013), obtiveram com auxílio de um aparelho de ressonância magnética aplicado à metade da porção longitudinal do músculo, uma média de aumento de 13,3% no aumento da área de secção transversa no bíceps braquial. Os autores adotaram o exercício de flexão de cotovelo no banco (rosca scott) como protocolo, sendo que cada voluntário realizou 3 sequências a 80% da carga máxima como intensidade, com 5 minutos de intervalo entre as sequências. O protocolo foi aplicado duas vezes por semanas, e os autores também padronizaram o ritmo de execução dos exercícios, sendo assim, foram aplicados dois segundos para a fase concêntrica e excêntrica dos exercícios.

Gentil *et al.* (2014), aplicando um protocolo com uma frequência de 2 vezes semanais, durante 10 semanas, com 15 indivíduos destreinados, obtiveram uma média de 5,83% no aumento da área de secção transversa, no músculo do bíceps braquial, utilizando um aparelho de ultrassonografia como exame de imagem aplicado à vinte centímetros da fossa cubital. Segundo o protocolo dos autores, foram

realizadas 3 sequências de flexão de cotovelo (rosca direta), com intensidades da carga entre 8 a 12 repetições máximas e um intervalo entre um minuto e vinte segundos a dois minutos e quarenta segundos entre as sequências.

Kikuchi *et al.* (2015), realizando um protocolo de flexão de cotovelo conhecido como “rosca direta”, três vezes por semana durante oito semanas, obtiveram, através de análise de ressonância magnética (aplicado na metade da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial da escápula) um aumento de 7,9 % na área de secção transversa no músculo do bíceps braquial. Durante o protocolo, 6 voluntários destreinados (média de idade, 20 anos), realizaram três sequências, de dez repetições máximas, com um minuto e meio de intervalo entre as sequências.

Abordando uma análise comparativa, entre dois grupos de sete voluntários, Yoshida *et al.* (2016), aplicaram um protocolo de flexão de cotovelo, no banco (Rosca Scott), com ambos os grupos, porém enquanto um grupo utilizou cargas com intensidades mais altas (80% da repetição máxima; 8 a 12 RMs), o segundo grupo realizou o mesmo protocolo, porém com intensidade mais baixa (30% da repetição máxima; 30 a 40 RMs). O protocolo foi realizado três vezes semanais, durante um total de oito semanas, e ambos os protocolos foram adotadas três sequências de exercícios, com um minuto e meio de intervalo entre as sequências. Sendo assim, com auxílio de um aparelho de ressonância magnética aplicado à metade da porção longitudinal do músculo, os autores obtiveram uma média de aumento na área de secção transversa para o bíceps braquial de 9,1% para o grupo que treinou com maiores intensidades, e 9,4 % para o grupo que treinou com menores intensidades.

## **Quadro 2 – síntese dos estudos que verificaram hipertrofia do bíceps braquial através de treinamento de força**

<b>BÍCEPS</b>					
<b>AUTOR</b>	<b>AMOSTRA/ MÉDIA DE IDADE</b>	<b>EXERCÍCIOS/ MÚSCULOS</b>	<b>NÚMERO DE SESSÕES APLICADAS</b>	<b>EXAME</b>	<b>RESULTADO</b>
SOONESTE <i>et al.</i> 2013	8 H.D./ 25±2,1 anos	Rosca Scott/ Bíceps braquial	24 Sessões	MRI	Hipertrofia (13,3±3,6%)
GENTIL <i>et al.</i> 2014	15 H.D./ Participantes com pelo menos 18 anos	Bíceps Braquial/ Rosca Direta	20 Sessões	UT	Hipertrofia (5,83 ±1,3%)
KIKUCHI <i>et al.</i> 2015	6 H.D./ 20±1,8 anos	Rosca direta/ Bíceps	24 Semanas	MRI	Hipertrofia (7,9±1,6%)

YOSHIDA <i>et al.</i> 2016	14 H.D/ não descrito média de idade	Bíceps Braquial/ Rosca Scott	24 Semanas	MRI	Hipertrofia 9,1±6,4 % (grupo alta intensidade) 9,4±5,3 % (grupo baixa intensidade)
-------------------------------	---	---------------------------------	---------------	-----	--

Legendas: H.D. (Homens Destreinados); MRI (Ressonância Magnética); UT (Ultrassonografia)

### 3.3 Estudos abordando aumento da área de secção transversa para o grupo Tríceps Braquial

Com base nos estudos realizados com tríceps braquial, Ogasawara *et al.* (2011), aplicando um protocolo de quinze semanas, com sete indivíduos destreinados (média de idade de 24 anos), com auxílio de um aparelho de ressonância magnética (aplicado à metade da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial da escápula), encontraram uma média de aumento de 17% na área de secção transversa do músculo dos voluntários após aplicação do protocolo. O protocolo foi aplicado três vezes semanais durante o total de aplicação do estudo, foram realizados duas a três sequências do exercício de extensão de cotovelo, conhecido como supino, estabelecendo dois a três minutos de intervalo entre as sequências. A intensidade das cargas adotadas para os exercícios foram 75% do total da carga suportada pelos voluntários para mesmo.

Realizando um protocolo com doze indivíduos destreinados (média de idade de 23 anos), Wakahara *et al.* (2011), aplicaram doze semanas de exercícios de extensão de cotovelo, mantendo tais voluntários em decúbito dorsal (exercício conhecido popularmente como tríceps testa). Os exercícios eram aplicados três vezes semanais durante o total de aplicação do protocolo, e examinando o músculo do tríceps braquial dos voluntários com auxílio de um aparelho de ressonância magnética, os autores encontraram uma média de aumento da área de secção transversa de 19 %. Tais medidas foram coletadas à dezesseis centímetros da articulação do cotovelo dos voluntários como referência.

Da mesma forma, utilizando exercícios de extensão de cotovelo, supino, estabelecendo quatro sequências de um minuto de intervalo, com 75% da intensidade total da carga suportada para o exercício, Mangine *et al.* (2015), observaram, com auxílio de um aparelho de ultrassonografia, um aumento médio de 15,84 % na área

de secção transversa no músculo do tríceps braquial dos voluntários participantes estudo. Para coleta dos dados, os autores utilizaram como ponto referência, em torno de 40% da distância a partir do epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial da escápula. Ao todo, quatorze indivíduos participaram do estudo e o total de aplicação do protocolo foi de oito semanas.

Utilizando como protocolo de dez séries do mesmo exercício durante a mesma sessão de treinamento, conhecido popularmente como “German Volume Training” e com o auxílio de dez voluntários (média de idade, 21 anos), Amirthaligam *et al.* (2016) aplicaram um protocolo de extensão de cotovelo na polia. Os exercícios foram realizados três vezes semanais durante todo o processo de aplicação do estudo e como ritmo de execução com um segundo para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica durante o movimento. Também foi programado como intensidade de carga 80% do total suportado para cada voluntário e um total de um minuto de intervalo para cada sequência de exercício executado. Os autores observaram uma média de aumento na área de secção transversa dos voluntários de 10,7 % ao final de seis semanas totais de aplicação do estudo. Aparelho de ultrassonografia foi utilizado para exame de imagem do estudo e como referência os dados foram obtidos a 50% da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial da escápula.

Da mesma forma, aplicando os mesmos exercícios de extensão de cotovelo na polia para dois grupos distintos, porém com aplicação de protocolos independentes, Schoenfeld *et al.* (2017) encontraram resultados diferentes para cada grupo. Sendo assim, dezesseis voluntários (médias de idades entre 20 a 32 anos) participaram do estudo, sendo que para o primeiro grupo de voluntários foi realizado um protocolo simples de doze repetições máximas do exercício, enquanto que o segundo grupo realizou um protocolo conhecido como “drop set”. Com isto, o segundo grupo, após realizar doze repetições máximas, de modo consecutivo executava mais duas sessões extras com 20% a menos de carga para cada sessão, sendo aplicadas até a falha mecânica do exercício. Foi utilizado um minuto e trinta segundos de intervalo entre as sessões, sendo padronizado também o ritmo de execução do exercício (um segundo para cada fase concêntrica e dois segundos para cada fase excêntrica). O protocolo foi aplicado em um total de seis semanas com três sessões de aplicação em cada uma delas.

Para análise dos resultados os autores utilizaram aparelho de ressonância magnética e como referência os dados foram obtidos à metade da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial da escápula. Com isto o primeiro grupo que realizou o protocolo simples apresentou uma média de aumento na área de secção transversa de 5,1 %, enquanto o segundo grupo apresentou uma média de 10 %.

**Quadro 3 – síntese dos estudos que verificaram hipertrofia do tríceps braquial através de treinamento de força**

TRÍCEPS					
AUTOR	AMOSTRA/ MÉDIA DE IDADE	EXERCÍCIOS/ MÚSCULOS	NÚMERO DE SESSÕES APLICADAS	EXAME	RESULTADO
OGASAWARA <i>et al.</i> 2011	7 H.D./ 24,7±2,5 anos	Supino Reto/ Tríceps Braquial	45 Sessões	MRI	Hipertrofia 17,7±6,5%
WAKAHARA <i>et al.</i> 2011	12 H.D./ 23,3±3,7 anos	Tríceps Testa/ Tríceps Braquial	36 Sessões	MRI	Hipertrofia 19 %
MANGINE <i>et al.</i> 2015	14 H.T. / 24,0 ± 3,0 anos	Supino Reto/ tríceps braquial (TB)	32 Sessões	UT	Hipertrofia 15,84 %
AMIRTHALINGAM <i>et al.</i> 2016	10 H.D. / 21,8 ± 21,4 anos	Tríceps na polia/ tríceps braquial (TB)	18 Sessões	UT	Hipertrofia 10,7%
SCHOENFELD <i>et al.</i> 2017	16 H.D. / 20 – 32 anos	Tríceps na polia/ Tríceps braquial	18 Sessões	MRI	Hipertrofia 10,0 ± 3,7 % (grupo que treinou drop sets) 5,1 ± 2,1 % (grupo que treinou sem drop sets)

Legendas: H.D. (Homens Destreinados); MRI (Ressonância Magnética); UT (Ultrassonografia)

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

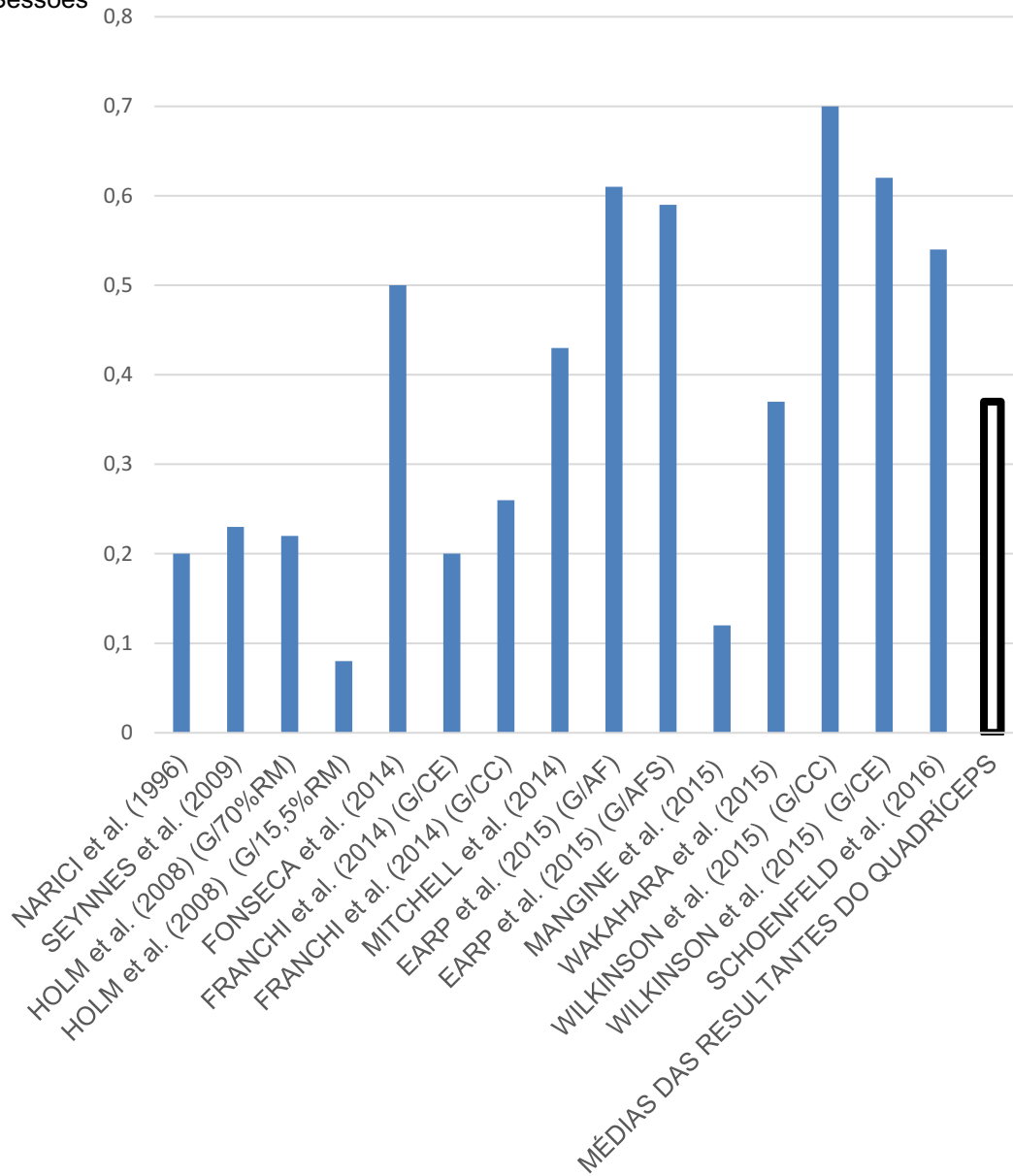
Este estudo teve como objetivo buscar por intermédio de uma revisão bibliográfica, avaliar a possibilidade de músculos distintos, descritos no trabalho, apresentarem uma melhor adaptação em análise comparativa aos mesmos, para o aumento na área de secção transversa através do treino de força. Foram analisados ao todo vinte e cinco artigos que utilizaram diferentes protocolos de treinamento e que avaliaram o aumento da área de secção transversa por meio de exames de imagem descritos.

Quando os estudos, apresentaram mais de um ponto para a análise a área de secção transversa muscular, foram selecionados os dados dos estudos que utilizaram, em média como ponto referência, a metade da distância longitudinal do músculo para aplicação dos exames de imagem. Porém, é possível observar que determinados estudos adotaram medidas fixas a partir de um ponto de referência estabelecido, para atingir a média da distância longitudinal, gerando alterações possíveis como referências nas medidas e com isto nos resultados encontrados.

Como os diferentes estudos utilizaram diferentes configurações da carga de treinamento, optou-se por normalizar o ganho relativo da área de secção transversa pelo número de sessões de treinamento realizadas no estudo. Esta análise facilita a comparação da magnitude de hipertrofia dos diferentes grupos musculares, como pode ser visto nas figuras abaixo.

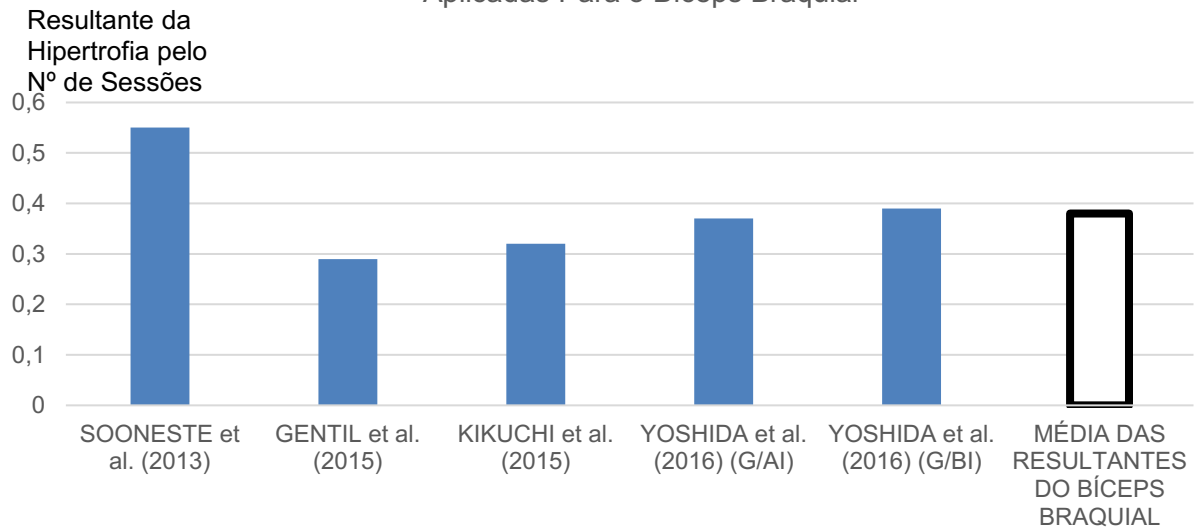
### Relação entre Resultados de Hipertrofia Pelo Número de Sessões Aplicadas Para o Quadríceps Femoral

Resultante da  
Hipertrofia pelo  
Nº de Sessões



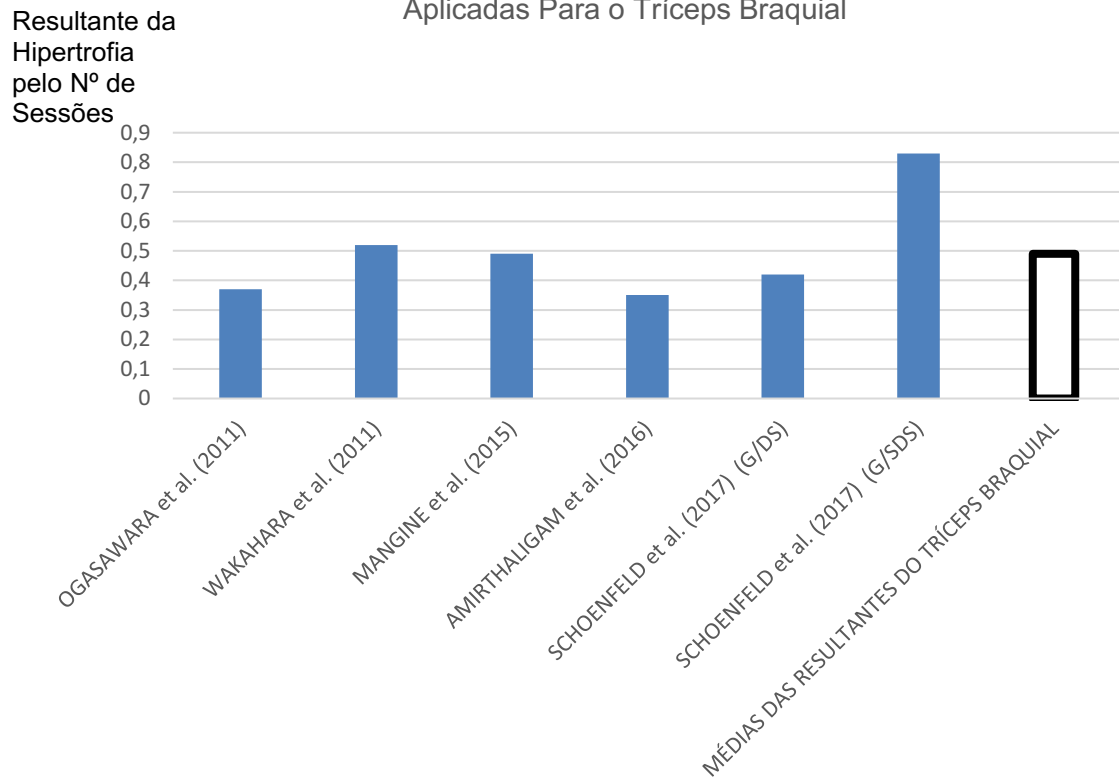
LEGENDAS: G/70%: grupo treinado a 70% do RM; G/15,5%: grupo treinado à 15,5% do RM; G/CE: grupo treinado com cargas excêntricas; G/CC: grupo treinado com cargas concêntricas; G/AF: grupo treinado com agachamento à fundo; G/AFS: grupo treinado com agachamento à fundo associado

### Relação entre Resultados de Hipertrofia Pelo Número de Sessões Aplicadas Para o Bíceps Braquial



LEGENDAS: G/AI: Grupo treinado com altas intensidades; G/BI: Grupo treinado com baixas intensidades.

### Relação entre Resultados de Hipertrofia Pelo Número de Sessões Aplicadas Para o Tríceps Braquial



LEGENDAS: G/DS, grupo treinado com drop sets; G/SDS, grupo treinado sem drop sets.



Quando observado os resultados de hipertrofia apresentados pelos estudos, e dividindo tais resultados pelo número de sessões de treinamento aplicadas pelo mesmo, tais diferenças se sustentam, sendo possível observar uma média maior na relação de hipertrofia para o grupo do Tríceps Braquial, e uma diferença não muito significativa entre o grupo do Bíceps Braquial e Quadríceps Femoral.

Por intermédio dos dados dos gráficos, avaliando apenas os dados descritivos sobre a relação do número total de sessões aplicadas pelos protocolos dos estudos e os resultados encontrados pelos mesmos, é possível observar que um volume maior no número total de sessões aplicadas não garantiu de forma direta os maiores resultados encontrados pelos autores. Narici *et al.* (1996), ao longo de todo protocolo, aplicaram um total de setenta e duas sessões de treinamento para o quadríceps femoral, encontrando ao final do estudo, respostas hipertróficas em torno de treze por cento de aumento. Em contrapartida, Earp *et al.* (2016), aplicando um terço do número total de sessões para o mesmo grupo muscular, encontraram respostas de hipertrofia muscular ainda maiores, em torno de quatorze por cento. A discrepância foi ainda maior, quando analisado o grupo do bíceps braquial, em que Sooneste *et al.* (2013), que aplicaram o menor número de sessões totais de treinamento, obtiveram os maiores resultados encontrados para o mesmo grupo.

Tal diferença também se observa entre os trabalhos do grupo do tríceps braquial, em que Wakahara *et al.* (2011), não apresentaram o maior número de sessões em seus protocolos em relação aos autores do mesmo grupo, porém estão entre os trabalhos que apresentam os maiores resultados encontrados entre os estudos relacionados ao tríceps braquial. Sendo assim, fica evidente a dificuldade de uma possível compreensão sobre as diferenças adaptativas entre os grupos musculares, através exclusivamente do número total de sessões aplicadas pelos autores.

Ainda em relação aos resultados encontrados pelos números sessões, apresentado pelos gráficos, há um destaque para o trabalho de Schoenfeld *et al.* (2017), que obtiveram os maiores resultados na relação, comparando os três gráficos, para o grupo que utilizaram a aplicação de “drop sets”. Sendo assim, seria possível que um maior volume de repetições, sendo aplicado à um grupo muscular específico, seria capaz de favorecer melhores adaptações, garantindo maior hipertrofia muscular de forma exclusiva?

Kraemer *et al.* (2005), afirma que a magnitude do aumento das respostas hormonais essenciais para o processo de hipertrofia, também está intimamente ligado ao estímulo dos componentes da carga volume e intensidade, por meio do treino de força. Realizando então uma análise sobre o grupo do quadríceps femoral de forma independente, Schoenfeld *et al.* (2016), destacam por aplicar uma média significativamente maior para a variável volume, em relação aos demais estudos do mesmo grupo, utilizando três exercícios diferentes para o mesmo grupo muscular, com três séries para cada exercício na mesma sessão. Os resultados finais de tais autores, para a hipertrofia muscular, são significativos e está entre os maiores encontrados nos estudos que realizaram o protocolo para o quadríceps femoral, mantendo também um resultado maior que a média do mesmo grupo muscular na relação entre os resultados encontrados e números de sessões aplicadas.

Seguindo tal análise, Amirthaligam *et al.* (2016), também apresentaram destaque para maior aplicação do componente volume de exercícios em seus protocolos, realizando dez séries do mesmo exercício, para o grupo muscular do tríceps braquial. Porém, tanto os resultados encontrados ao final da pesquisa, quanto média da relação entre os resultados encontrados e número de sessões aplicadas pelo protocolo dos autores, estão inferiores à média encontrada pelos outros autores correlacionados ao mesmo grupo muscular. Tornando então pouco possível responder, em relação ao questionamento anterior, que a melhor resposta à hipertrofia de um grupo muscular estaria absoluta e exclusivamente, ligado ao componente volume de treinamento.

Em relação aos componentes da carga relacionados a intensidade, é possível observar uma preferência comum entre a grande maioria dos autores em utilizar uma média entre setenta a oitenta e cinco por cento de uma repetição máxima dinâmica na prescrição para intensidade nos exercícios aplicados. Utilizando uma média entre oito a doze repetições máximas por série dos exercícios, na maioria dos estudos. Não apresentando também maiores evidências em resposta à maior hipertrofia muscular relacionados exclusivamente ao componente da intensidade. Detalhe interessante para o trabalho de Holm *et al.* (2008), que utilizaram intensidades de carga muito menores em relação à média geral aplicada, obtendo o menor resultado de hipertrofia muscular entre todos os estudos analisados.

Ainda em relação às variáveis de treinamento, há autores que investigaram diferentes ações musculares e suas influências para hipertrofia. Earp *et al.* (2015), compara as diferenças entre o agachamento à fundo e o agachamento à fundo associado à pliometria, não encontrando diferenças significativas para hipertrofia muscular entre os dois movimentos. Ainda nesta perspectiva, Franchi *et al.* (2014) comparando o treinamento com cargas excêntricas e concêntricas, para o grupo muscular do quadríceps, encontraram melhores resultados de hipertrofia muscular para o grupo treinado com cargas concêntricas. Porém, Wilkinson *et al.* (2015), também comparando treinamentos de cargas excêntricas e concêntricas encontraram melhores respostas de hipertrofia para o grupo que treinou com cargas excêntricas, para o mesmo grupo muscular.

## 5. CONCLUSÃO

O atual estudo aponta uma melhor adaptação muscular para o grupo do tríceps braquial no sentido da magnitude do aumento na hipertrofia muscular em relação ao grupo do bíceps braquial e quadríceps femoral em resposta ao treinamento de força, mas como os protocolos aplicados, assim como o número de sessões não foram os mesmos, torna-se necessário maiores estudos neste sentido, aprofundando esta compreensão.

Mesmo assim, através da análise e discussão dos dados dos autores apresentados, pode-se avaliar os fatores que não foram, de forma absoluta e exclusiva, a razão para as diferenças adaptativas entre os grupos musculares. Neste contexto se enquadram as variáveis do treinamento, como as ações musculares distintas, os componentes da carga, como volume e intensidade analisados, além do número total de sessão aplicadas pelos autores que dificilmente poderiam aumentar a magnitude das respostas hipertróficas para os grupos musculares de forma exclusiva e isolada.

## REFERÊNCIAS

- ABE, Takashi; DEHOYOS, Diego V.; POLLOCK Michael L.; GARZARELLA, Linda. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **Eur J Appl Physiol**. Gainesville, v.81, n.3, p. 174-180, fev.2000.
- AMIRTHALINGAM, Theban; MAVROS, Yorgi; WILSON, Guy C.; CLARKE, Jillian L.; MITCHELL, Lachlan; HACKETT, Daniel A. Effects of a Modified German Volume Training Program on Muscular Hypertrophy and Strength. **J Strength Cond Res**, Sydney, v. 31, n.11, nov, 2017.
- EARP, Jacob E.; NEWTON, Robert U.; CORMIE, Prue; BLAZEVIK, Anthony J. Inhomogeneous Quadriceps Femoris Hypertrophy in Response to Strength and Power Training. **Med Sci Sports Exerc**. Joondalup, v. 24, n. 2, p. 419-429, out. 2015.
- FONSECA, Rodrigo M.; ROSCEL, Hamilton; TRICOLI, valmor, SOUZA, Eduardo o. de; WILSON, Jacob M.; LAURENTINO, Gilberto C.; AHIARA, Andre Y.; LEÃO, Alberto R. DE Souza; UGRINOWITSH, Carlos. Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. **J Strength Cond Res**. São Paulo, n. 28, v. 11, p. 3085-3092, nov. 2014.
- FRANCHI, Martino V.; WILKINSON, Daniel J.; QUINLAN, Jonathan I.; MITCHELL, William K.; LUND, Jonathan N.; WILLIAMS, John P.; REEVES, Neil D.; SMITH, Kenneth; ATHERTON, Philip J.; NARICI, Marco V. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. **Acta Physiol**. Zurich, n.210, v.3, p. 642-654, mar. 2014.
- GENTIL, Paulo; SOARES, Saulo; BOTTARO Martim. Single vs. Multi-Joint Resistance Exercises: Effects on Muscle Strength and Hypertrophy. **Asian J Sports Med**. Brasília, v.6, n.2, p. 1-5, jun.2015.
- HOLM, L.; REITELSEDER, S.; PEDERSEN, T. G.; DOESSING, S.; PETERSEN, G.; FLYVBJERG, A.; ANDERSERN, J. L.; AAGGARD, P.; KJAER, M. Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. **J Appl Physiol**. Odense, n.105, v.5, p. 1454-1461, nov. 2008.
- JOHNSON, M A; POLGAR, J.; WEIGHTMAN, D; APPLETON, D. Data on the distribution of fiber types in thirty-six human muscles An autopsy study. **J Neurol Sci**. Amsterdã, v.140, n.9, p. 111-129, jan. 1973.
- KIKUCHI, Naoki Kikuchi; YOSHIDA, Shou; NAKAZATO, Koichi. The effect of high intensity interval cycling sprints subsequent to arm-carl exercise on muscle strength and hypertrophy in untrained men: A pilot study. **J Strength Cond Res**. Tóquio, v.30, n.8, ago. 2016.
- KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. **Sports Med**. Nova Jersey, v.35, n.4, jun. 2005.

MANGINE, Gerald T.; HOFFMAN, Jay R.; GONZALEZ, Adam M.; TOWNSEND Jeremy R.; WELLS, Adam J.; JAJTNER, Adam R.; BEYER, Kyle S.; BOONE, Carleigh H. Boone; MIRAMONTI, Amelia A.; WANG, Ran; LAMONICA, Michael B.; FUKUDA, David H.; RATAMESS, Nicholas A.; STOUT, Jeffrey R. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. **Physiological Reports**. Ewing, v.3, n.8, p.1-17, jul. 2015.

MITCHELL, Cameron J.; CHURCHWARD-VENNE, Tyler A.; PARISE, Gianni; BELLAMY, Leeann; BAKER, Steven K.; SMITH, Kenneth; ATHERTON, Philip; PHILLIPS, Stuart M. Acute Post-Exercise Myofibrillar Protein Synthesis Is Not Correlated with Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy in Young Men. **PLoS One**. Derby, v.9, n.2, e89431, fev. 2014.

NARICI, M. V.; BINZONI, T.; HILTBRAND E., FASEL, J.; CERRETELLI, T. In vivo human gastrocnemius architecture with changing joint angle at rest and during graded isometric contraction. **J Physiol**. Genova, v. 496, n.1, p. 287-297, out.1996.

OGASAWARA, Riki; YASUDA, Tomohiro; SAKAMAKI, Mikako; OZAKI, Hayao; ABE, Takashi. Effects of periodic and continued resistance training on muscle CSA and strength in previously untrained men. **Clin Physiol Funct Imaging**. Tóquio, v. 31, n.5, set. 2011.

SCHOENFELD, Brad J.; FINK, Julius; KIKUCHI, Naoki; NAKAZATO, Koichi. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. **J Sports Med Phys Fitness**, Tóquio, n. 17, v. 3, abr. 2017.

SCHOENFELD, Brad J.; POPE, Zachary K.; BENIK, Franklin M.; HESTER, Garrett M.; SELLERS, John; NOONER, Josh L.; SCHNAITER, Jessica A.; BOND-WILLIAMS, Katherine E.; CARTER, Adrian S.; ROSS, Corbin L.; JUST, Brandon L.; HENSELMANS, Menno; KRIEGER, James W. Longer inter-set rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. **J Strength Cond Res**. Redmond, v.30, n.7, p.1805-1812, jul. 2016.

SEYNNES, O. R.; BOER, M.; NARICI, M. V. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. **J Appl Physiol**. Alsager, v. 102, n.1, p. 368-373, jan. 2007.

SIMÃO, Roberto; FLECK, Steven. **Força Princípios Metodológicos para o Treinamento**. Phorte, São Paulo: 2008.

SOONESTE, Heiki; TANIMOTO, Michiya; KAKIGI, Ryo; SAGA, norio; KATAMOTO, Shizuo. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. **J Strength Cond Res**. Inzai City, v.27, n.1, p. 8 – 13, jan. 2013.

WAKAHARA, Taku; EMA, Ryoichi; MIYAMOTO, Naokazu; KAWAKAMI, Yasuo. Inter- and intramuscular differences in training-induced hypertrophy of the quadriceps femoris: association with muscle activation during the first training session. **Clin Physiol Funct Imaging**. Saitama, v. 37, n. 4, p. 405-412, nov. 2015.

WAKAHARA, Taku; MIYAMOTO, Naokazu; SUGISAKI, Norihide; MURATA, Koichiro; KANEHISA Hiroaki; KAWAKAMI, Yasuo; FUKUNAGA, Tetsuo; YANAI, Toshimasa. Association between regional differences in muscle activation in one session of resistance exercise and in muscle hypertrophy after resistance training. **Eur J Appl Physiol**, Tóquio, v. 112, n.4, ago. 2011.

WILKINSON, Jonathan; FRANCHI, QUILAN, Martino V.; MITCHELL, William K.; LOUND Jonathan N; WILLIAMS, John P.; REEVES, Neil D.; SMITH, Kenneth; ATHERON, Philip J.; NARICI, Marco V. Early structural remodeling and deuterium oxide-derived protein metabolic responses to eccentric and concentric loading in human skeletal muscle. **Physiological Reports**. Manchester, v. 3, n.11, p.1-11, set. 2015.

YOSHIDA, Shou; FINK, Julius; KIKUSHI, Naoki; TERADA, Kentaro Terada; NAKAZATO, Koichi. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development. **Fink et al. SpringerPlus**. Tóquio, n.5, v.3, mar. 2016.