UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

NILSON RIBEIRO DOS SANTOS SILVA

Efeitos do treinamento de co-contração na força, na espessura e no recrutamento muscular, em período de interrupção do treinamento de força convencional.

RIBEIRÃO PRETO

2021

NILSON RIBEIRO DOS SANTOS SILVA

Efeitos do treinamento de co-contração na força, na espessura e no recrutamento muscular, em período de interrupção do treinamento de força convencional.

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação Física e Esporte.

Área de Concentração: Atividade Física e Esporte

Orientador: Prof. Dr. Matheus Machado Gomes

RIBEIRÃO PRETO

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Nilson Ribeiro dos Santos

Efeitos do treinamento de co-contracção na força, na espessura e no recrutamento muscular, em período de interrupção do treinamento de força convencional. Ribeirão Preto, 2021.

iv, 125p.

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Machado Gomes.

1. Treinamento de força. 2. Espessura muscular. 3. Eletromiografia

FOLHA DE AVALIAÇÃO

SILVA, N. R. S. Efeitos do treinamento de co-contracção na força, na espessura e no recrutamento muscular, em período de interrupção do treinamento de força convencional. 2021. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Aprovado em: 13/08/2021

Banca examinadora

Prof. Dr. Renato de Moraes

Instituição: Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Carlos Ugrinowitsch

Instituição: Escola de Educação Física e Esporte – Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Julgamento: Aprovado

AGRADECIMENTOS

Gostaria inicialmente de agradecer ao meus pais, que gentilmente prestaram todo o suporte que lhes estava ao alcance, para que eu pudesse construir tudo que me foi proposto até o momento.

Em seguida, agradeço aos meus companheiros de laboratório que desde o início, de forma presencial ou remota me ensinaram muito, me auxiliaram em meus desafios, me motivaram quando as coisas não iam bem e também me deram oportunidades de compartilhar informações, pois essa etapa foi construída por todos nós através de inúmeros compartilhamentos de conhecimento.

Dentre os companheiros de laboratório, meu agradecimento se estende em especial ao meu orientador Prof. Dr. Matheus Machado Gomes, que sempre confiou no meu trabalho, me motivou a ir ainda mais longe e que desde o início compreendeu minhas dificuldades ajudou a seguir meus objetivos diante delas.

Não menos importante, gostaria de expressar meu agradecimento ao professor Dr. Antonio Adilton de Oliveira Carneiro e sua equipe técnica, por ter oferecido todo treinamento e suporte relativo a aquisição de imagens ultrassonográficas, técnica antes não dominada por mim ou pelos membros de meu laboratório.

Finalmente, gostaria de declarar que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

SILVA, N. R. S. **Efeitos do treinamento de co-contracção na força, na espessura e no recrutamento muscular, em período de interrupção do treinamento de força convencional.** 2021. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

O treinamento de força apresenta grande popularidade devido a sua significativa contribuição para a qualidade de vida. Frente às limitações impostas por situações de hospitalização/reabilitação, permanência em ambientes de microgravidade e impossibilidade de acesso a centros de treinamento, diversas propostas como o treinamento de co-contracção, tem surgido visando fornecer acessibilidade ao treinamento de força. O treinamento de co-contracção, surge como uma alternativa, uma vez que não necessita de implementos ou gravidade para ser realizado. Este método se baseia em realizar co-contracções voluntárias máximas de um grupo muscular agonista e um grupo antagonista de uma determinada articulação, de forma que ambos fornecem e recebem resistência mecânica durante a co-contracção voluntária. Entretanto, este método foi testado apenas sob supervisão e em indivíduos sem histórico de treinamento. Considerando que o nível de treinamento e a supervisão profissional interferem no resultado do treinamento de força, o presente trabalho buscou analisar o efeito do treinamento de co-contracção sobre o pico de torque, a espessura e o recrutamento muscular dos flexores (FC) e extensores de cotovelo (EC), durante a interrupção do treinamento de força convencional. Foram coletados dados de 20 homens (Idade: $24,1 \pm 3,2$ anos; Estatura: $178,7 \pm 7,3$ cm; Massa corporal: $81,2 \pm 9,6$ kg) que realizavam treinamento de força. Durante a pesquisa, todos participantes interromperam o treinamento de força convencional que vinham praticando até o momento, passando a realizar apenas o treinamento proposto em nossa intervenção. A amostra foi dividida randomicamente em três grupos: treinamento supervisionado (TS; $n=8$), treinamento não-supervisionado (TNS; $n=6$) e grupo controle (GC; $n=6$), o qual não realizou nenhum exercício durante o período. Dados de espessura e pico de torque dos grupos musculares dos FC e EC foram obtidos por meio de imagens ultrassonográficas e testes de torque máximo isométrico em um aparelho isocinético, respectivamente. A atividade eletromiográfica máxima dos músculos bíceps braquial (BB), tríceps braquial cabeça curta (TBCC) e cabeça longa (TBCL) foi registrada concomitantemente

ao teste de torque isométrico máximo. Ao fim do período de treinamento, todos os testes foram repetidos. O treinamento foi realizado durante quatro semanas, três vezes por semana, sendo cada sessão composta por oito séries de dez repetições. Cada repetição era caracterizada por quatro segundos de co-contracção máxima isométrica (mantendo o cotovelo a 90° de flexão) seguido de quatro segundos de relaxamento. O intervalo entre as séries foi de 90 segundos. Todos os participantes dos grupos de treinamento receberam as mesmas orientações e instruções de treinamento previamente a intervenção. O grupo supervisionado, foi acompanhado por um profissional de educação física em todas as sessões, enquanto o grupo não supervisionado treinou em casa. Para comparação entre grupos e momentos utilizamos ANOVAS *two way* e testes de Friedman. Os resultados apontaram que não houve diferença para grupo e momento, nem interação entre os fatores ($p > 0,05$) para nenhuma das variáveis investigadas. A variação percentual entre os momentos (pré e pós intervenção) para os grupos TS, TNS e CG foram, respectivamente: *Pico de torque*: FC 2,7%, -2,6% e -7,7%, EC 4,1%, -4,3% e -7,5%; *Espessura muscular*: FC 4,7%, -3,5% e -7,7%, EC 1,6%, -1,9% e 1,1%; *Atividade Eletromiográfica*: BB 4,6%, 0,5% e -4,6%, TBCC 0%, -7,5% e -4,4%, TBCL 0,1%, -4,4% e -2,7%. Sendo assim, o treinamento de co-contracção não promoveu alterações significativas das variáveis neuromusculares avaliadas. Entretanto, vale ressaltar que o grupo que realizou o TS apresentou variação percentual positiva na maior parte das variáveis analisadas no momento pós treinamento, enquanto os demais grupos apresentaram variação negativa para alguns parâmetros avaliados.

Palavras chave: Treinamento de força; Espessura muscular; Eletromiografia;

ABSTRACT

SILVA, N. R. S. **Effects of co-contraction training on muscular strength, thickness, and recruitment over a period of conventional strength training interruption.** 2021. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Strength training has been widely practiced due to its significant contributions to the quality of life. Facing imposed limitations by hospitalizations/rehabilitation, microgravity environment sojourn, and the struggle to access training centers, several proposes like the co-contraction training have been presented, providing accessibility on such circumstances. The co-contraction training rises as an alternative once it does not require equipment or gravity to be performed. This method relies on performing maximal voluntary co-contraction of an agonist and antagonist muscle group of a determined joint, permitting both muscle groups produce and receive mechanical resistance during the voluntary co-contraction. Even though previous studies tested this method only under supervision on participants with no training experience. Considering that training conditioning and training supervision affects directly on the strength training results, the present study sought to analyze the effect of co-contraction training over the peak of torque, thickness, and muscular recruitment of elbow flexors (EF) and extensors (EE), during the cessation of conventional strength training. We recruited twenty trained male adults (age 24.1 ± 3.2 years; height 178.7 ± 7.3 cm; bodyweight: 81.2 ± 9.6 kg). During the research, all participants suspended their conventional strength training practices, adopting only the protocol proposed in our intervention. We randomly divided the sample into three groups: supervised training($n=8$), non-supervised training($n=6$), and the control group ($n=6$), which have had no strength training practice during the intervention period. We obtained EF and EE muscle thickness and peak of torque data through ultrasonography pictures and maximal isometric torque tests on an isokinetic device, respectively. For the myoelectric activity, we registered the muscular recruitment of the biceps brachii and triceps brachii long (TBLH) and short head (TBSH), simultaneously with the maximal isometric torque test. Once the intervention period was over, we repeated all the tests. The training protocol was applied for four weeks, three times a week, in which each session of training had eight sets of 10 repetitions each. Each rep was characterized by four seconds of co-contraction (maintain elbow

at 90° of flexion) followed by four seconds of muscle relaxation. We provided a 90 seconds interval between sets. For participants involved in training groups, we provided the same training instructions previously to the intervention. The main difference was that the supervised group received the supervision of strength and conditioning professional during all training sessions, while the non-supervised group followed protocol at home with no supervision. To compare the results between groups and moments, we used two ways ANOVAs and Friedman tests. Our results point out no significant difference between groups and moments, nor the interaction between factors for none of the seven main observed variables. The percentage variation between moments (pre and post-intervention) for ST, NST and CG were, respectively: *Peak of torque* EF 2,7%, -2,6% e -7,7%, EE 4,1%, -4,3% e -7,5%; *Muscular thickness*: EF 4,7%, -3,5% e -7,7%, EE 1,6%, -1,9% e 1,1%; *Myoelectric activity*: BB 4,6%, 0,5% e -4,6%, TCSH 0%, -7,5% e -4,4%, TCLH 0,1%, -4,4% e -2,7%. Thus, the co-contraction training did not promote significant changes on assessed neuromuscular variables. On the other hand, is important to highlight that the ST participants have shown positive percentage variations on most of the observed variables at the end of the intervention, while the other two groups have shown negative percentage variations for some of the observed parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Páginas

Figura 1. Ilustração das etapas do desenho experimental da pesquisa	31
Figura 2. Participante com mapa negativo após a coleta pré-intervenção	38
Figura 3. Distribuição das declarações de comprometimento com o protocolo de treinamento do grupo de treinamento supervisionado (A) e do grupo de treinamento não supervisionado (B).	43
Figura 4. Média, desvio padrão e comportamento individual do pico de torque dos flexores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contração supervisionado (CCS), treinamento de co-contração não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção	45
Figura 5. Média, desvio padrão e comportamento individual do pico de torque dos extensores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contração supervisionado (CCS), treinamento de co-contração não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção	45
Figura 6. Média, desvio padrão e comportamento individual da espessura muscular em milímetros dos flexores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contração supervisionado (CCS), treinamento de co-contração não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção.....	47
Figura 7. Média, desvio padrão e comportamento individual da espessura muscular em milímetros dos extensores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contração supervisionado (CCS), treinamento de co-contração não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção	48
Figura 8. Magnitude da atividade mioelétrica normalizada do músculo bíceps braquial dos grupos treinamento de co-contração supervisionado (CCS), treinamento de co-contração não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos diferentes momentos (pré e pós intervenção)	49

Figura 9. Magnitude da atividade mioelétrica normalizada do músculo tríceps braquial cabeça dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos diferentes momentos (pré e pós intervenção). 50

Figura 10. Magnitude da atividade mioelétrica normalizada do músculo tríceps braquial cabeça longa dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos diferentes momentos (pré e pós intervenção). 50

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Caracterização da amostra.....	42
Tabela 2. Intensidade do treinamento realizado pelos grupos CCS e CCNS	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM	Uma repetição máxima
ANOVA	<i>Analysis of variance</i> (Análise de variância)
CCS	Grupo treinamento de co-contração supervisionado
CCNS	Grupo treinamento de co-contração não supervisionado
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
EMG	Eletromiografia
GC	Grupo controle
INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas
RMS	<i>Root Mean Square</i> (Raíz quadrada média)
SENIAM	<i>Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i>

SUMÁRIO

Páginas

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo Geral.....	13
1.2 Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Treinamento de força.....	14
2.1.1. Treinamento de co-contração.....	18
2.2. Supervisão durante o treinamento de força	22
2.3. Alterações neuromusculares decorrentes do destreinamento.	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1 Participantes.....	29
3.2 Desenho experimental	30
3.3 Procedimentos.....	31
3.3.1 Análise da espessura muscular.....	34
3.3.2 Análise da força máxima	35
3.3.3 Análise da atividade mioelétrica	36
3.3.4 Análise da percepção subjetiva de esforço	38
3.3.5 Avaliação do comprometimento com o protocolo de treinamento	39
3.3.6 Mensuração do volume total de treinamento.....	39
3.4 Análise estatística.....	40
3.4.1 Característica amostrais	40
3.4.2 Percepção subjetiva de esforço	40
3.4.3 Comprometimento com o protocolo de treinamento.....	40
3.4.4 Volume de treinamento	40
3.4.5 Força Máxima, espessura e atividade mioelétrica.....	41

4. RESULTADOS	42
4.1 Amostra	42
4.2 Variáveis relativas ao treinamento	42
4.2.1 Percepção subjetiva de esforço	42
4.2.2 Engajamento dos participantes durante o treinamento	43
4.2.3 Volume de treinamento	44
4.3 Variáveis relativas aos momentos pré e pós treinamento	44
4.3.1 Força isométrica máxima	44
4.3.2 Espessura muscular	46
4.3.3 Atividade mioelétrica	48
5. DISCUSSÃO	51
6. CONCLUSÃO	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
APÊNDICE A - Ficha de acompanhamento do treinamento supervisionado.....	78
APÊNDICE B - Ficha de treinamento não supervisionado.	81
APÊNDICE C - Recordatório de atividade físicas do grupo controle.	85
APÊNDICE D - Termo de consentimento livre e esclarecido	86
APÊNDICE E - Rotina Matlab	88
APÊNDICE F - Média e desvio padrão dos valores da percepção subjetiva de esforço (PSE) dos grupos de treinamento de co-contracção Supervisionado e Não Supervisionado.	106
APÊNDICE G - Valores de engajamento ao treinamento dos grupos de treinamento de co-contracção Supervisionado e Não Supervisionado.....	107
APÊNDICE H - Média e desvio padrão dos valores do volume total de treinamento dos grupos de treinamento de co-contracção Supervisionado e Não Supervisionado.	108
APÊNDICE I - Média e desvio padrão dos valores do pico torque dos flexores e extensores de cotovelo dos grupos de treinamento de co-contracção Supervisionado, treinamento de co-contracção Não Supervisionado e Grupo Controle, nos momentos pré e pós intervenção.. ...	109

APÊNDICE J - Média e desvio padrão dos valores da espessura muscular do flexores e extensores de cotovelo dos grupos de treinamento de co-contração Supervisionado, treinamento de co-contração Não Supervisionado e Grupo Controle, nos momentos pré e pós intervenção.	111
APÊNDICE K - Média e desvio padrão dos valores da atividade mioelétrica normalizada dos grupos de treinamento de co-contração Supervisionado, treinamento de co-contração Não Supervisionado e Grupo Controle para os músculos bíceps braquial, tríceps braquial cabeça curta e tríceps braquial cabeça longa.	113
ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética Local	115
ANEXO B - Escala de Borg	118

1. INTRODUÇÃO

A força muscular é uma capacidade física fundamental, uma vez que interfere na saúde, na capacidade funcional e na qualidade de vida da população (KRAEMER et al., 2002). De acordo com a literatura, o treinamento de força tem sido a modalidade mais praticada e mais eficiente para desenvolver essa capacidade tão importante (KRAEMER et al., 2002; FLECK; KRAEMER, 2014). Embora o treinamento de força traga benefícios ao praticante, a interrupção do treinamento, mesmo em curtos períodos como quatro semanas, pode levar a declínios na força muscular, na atividade mioelétrica, e na espessura muscular (HÄKKINEN; PAAVO V., 1985; WATANABE; KOUZAKI; MORITANI, 2015; CHAOUACHI et al., 2018). Levando em conta que problemas como falta de tempo ou falta de acesso a implementos e centros de treinamentos, são relatados como fatores contribuintes para a interrupção do treinamento (STUTTS, 2002; CHARLTON et al., 2014), novas formas de treinamento de força como o treinamento de co-contração, têm sido apresentadas.

O treinamento de co-contração é caracterizado pela ativação simultânea dos músculos agonistas e antagonistas de uma determinada articulação, de forma que os grupos musculares geram resistência direta ao seu respectivo antagônico (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; SERRAU et al., 2012; DRISS et al., 2014). Análises eletromiográficas indicam que durante a co-contração dos músculos flexores e extensores de cotovelos, a magnitude de ativação do bíceps braquial varia entre 48 e 60% enquanto a do tríceps braquial alcança valores entre 70 e 76% de sua ativação máxima (TYLER; HUTTON, 1986; SERRAU et al., 2012; MAEO et al., 2014b). Sendo assim, o treinamento de co-contração promove o recrutamento muscular de forma semelhante ao treinamento de força convencional com pesos (COUNTS et al., 2016), aumenta a força máxima com intervenções de quatro a doze semanas (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; DRISS et al., 2014; MAEO et al., 2014b) e induz até mesmo a hipertrofia muscular (MAEO et al., 2014a).

Atualmente, são diversos os motivos que podem levar a interrupção do treinamento de força entre seus praticantes, como transições de temporadas de treinamento (SILVA et al., 2016), interrupção de programas de treinamento em grupo (JÚNIOR et al., 2017) e até mesmo por conta de períodos de quarentena/confinamento (MARTINEZ-FERRAN et al., 2020). Fatores como estes, podem gerar o afastamento compulsório dos centros de treinamento,

levando à interrupção de uma rotina de treinamento de força por não haver disponibilidade de local e equipamentos apropriados para a prática do mesmo. A literatura aponta que o destreino de força de até 4 semanas, pode resultar em diminuição de até 14% da força máxima, de 20% da atividade mioelétrica e de até 3,5% da massa muscular nos músculos previamente treinados (HÄKKINEN; KOMI, 1983; HÄKKINEN; PAAVO V., 1985; MUJICA; PADILLA, 2000; GONDIN et al., 2006; LATELLA; HAFF, 2020). Neste contexto, o treinamento de co-contracção poderia ser uma estratégia viável para evitar os efeitos deletérios do destreino. Entretanto, a eficácia do treinamento de co-contracção foi verificada somente em pessoas que não praticavam treinamento de força. Uma revisão de literatura apontou que indivíduos destreinados são mais responsivos a estímulos de força (KRAEMER et al., 2002). Segundo o American College of Sports Medicine (KRAEMER et al., 2002), em um período de 4 semanas a dois anos de prática do treinamento de força, indivíduos destreinados podem apresentar aumentos da força muscular de aproximadamente 40%, indivíduos moderadamente treinados de 20%, indivíduos treinados de 16%, e de 2% em atletas de elite. Essa menor magnitude do ganho de força em indivíduos com maiores níveis de treinamento tende a ocorrer dada a maior proximidade do limite genético do praticante, podendo gerar um platô no desenvolvimento da força (RATAMESS, 2011). Dessa forma, ainda é desconhecido se o treinamento de co-contracção oferece estímulos com magnitude suficiente para manter as adaptações neuromusculares adquiridas por indivíduos treinados que praticam o treino de força convencional. Logo, investigar a eficácia do treinamento de co-contracção em indivíduos treinados permitiria avaliar sua viabilidade como ferramenta para evitar os efeitos deletérios do destreino.

Diante da dispensabilidade em estar em um local específico para realizar o treinamento de co-contracção, se torna interessante investigar a viabilidade desta forma de treinamento com e sem supervisão. De acordo com a literatura, indivíduos sob treinamento supervisionado, não só tendem a iniciar seu treinamento com intensidades (cargas) maiores (RATAMESS et al., 2008), como também ganham força mais rápido (MAZZETTI et al., 2000) quando comparados a indivíduos que treinam sem supervisão. Ademais a supervisão tem um papel importante no entendimento da execução do exercício proposto (OSHITA et al., 2016). Os autores Oshita et al. (2016) ao analisar o padrão de recrutamento da musculatura do membro inferior em indivíduos que treinaram o movimento de agachamento com e sem supervisão, observaram que indivíduos sem supervisão apresentaram pior desempenho na técnica do movimento de

agachamento, possivelmente pela falta de entendimento de como o movimento deveria ser executado. Dado que a co-contracção voluntária requer uma forma de recrutamento muscular não habitual, se torna importante investigar se as pessoas realmente seriam capazes de realizar o treinamento de co-contracção sozinhas, ou se há a necessidade da supervisão profissional para garantir os benefícios desta forma de treinamento de força.

Considerando a co-contracção como um método alternativo de treinamento de força para ser realizado fora dos centros de treinamento, se fez necessário analisar se este método surte efeito em indivíduos que já treinam e se a supervisão profissional interfere nas adaptações esperadas para este tipo de treinamento, para assim assegurar sua viabilidade em situações de falta de acesso a locais e implementos utilizados no treinamento de força convencional. Por meio da análise do efeito de quatro semanas de treinamento de co-contracção com e sem supervisão, sobre a força máxima, a atividade mioelétrica e a espessura muscular dos músculos flexores e extensores de cotovelo, o presente estudo buscou esclarecer se o treinamento de co-contracção é eficiente para manter tais capacidades musculares de indivíduos treinados, durante um período de suspensão do treinamento de força convencional. A hipótese do estudo era que o treinamento de co-contracção realizado com ou sem supervisão seria eficaz para manter a força, a espessura e a capacidade de recrutamento muscular dos músculos flexores e extensores do cotovelo.

1.1 Objetivo Geral

- Analisar o efeito do treinamento de co-contracção sob parâmetros neuromusculares em indivíduos treinados sobre diferentes condições de supervisão.

1.2 Objetivos Específicos

- Analisar o efeito de 4 semanas de treinamento de co-contracção sobre a força máxima, a atividade mioelétrica e a espessura muscular dos flexores e extensores de cotovelo em indivíduos treinados.
- Analisar o efeito da supervisão no treinamento de co-contracção sobre a força máxima, a atividade mioelétrica e a espessura muscular dos flexores e extensores de cotovelo em indivíduos treinados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Treinamento de força

Conhecido por ser uma das formas mais populares de exercício para melhoria do condicionamento físico, o treinamento de força ou treinamento contra resistência é caracterizado por ser um método em que o indivíduo busca gerar força, por meio de um ou mais grupos musculares, com intuito de produzir movimento contra uma resistência (FLECK; KRAEMER, 2014). Geralmente a resistência é oferecida por algum equipamento ou implemento, como bandas elásticas, pesos livres, equipamentos específicos e até mesmo o peso corporal (FLECK; KRAEMER, 2014). Um dos motivos para essa modalidade de treinamento ser tão disseminada entre a população, se dá ao fato de ela ser utilizada como treinamento de preparação para as mais diversas modalidades esportivas (RATAMESS, 2011). No entanto o treinamento de força não se restringe apenas à prática esportiva. Dada a sua contribuição benéfica para diversas variáveis como a força muscular, resistência muscular, resistência cardiovascular, flexibilidade, coordenação e até mesmo a composição corporal, o treinamento de força também é utilizado com uma forma viável para melhorar ou manter o condicionamento físico em pessoas que não necessariamente praticam um esporte específico (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002; FAHEY et al., 2019). Ainda, quando incorporado a um treinamento sistematizado específico, o treinamento de força pode reduzir fatores de risco em quadros de diabetes mellitus (MILLER; SHERMAN; IVY, 1984), doenças coronárias (HURLEY et al., 1988), câncer colorretal (KOFFLER et al., 1992), e também parece ser eficaz na prevenção da osteoartrite (GUTIN; KASPER, 1992).

Essa gama de benefícios advindos de treinamento de força ocorre graças a diferentes adaptações fisiológicas ao treinamento. Tais adaptações tendem a ocorrer devido aos diversos estímulos mecânicos e metabólicos produzidos durante a prática do treinamento de força (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018; OLSEN; NICOLL; FRY, 2019). Como muito bem detalhado por Olsen, Nicoll e Fry (2019) a mTORC1, uma das principais vias de sinalização anabólica (WACKERHAGE et al., 2019) tende a alterar sua atividade de sinalização frente a estímulos metabólicos e mecânicos fornecidos durante o treinamento de força. Dentre os estímulos metabólicos que podem aumentar a atividade da via mTORC1, pode se citar o aumento de ions de Ca^{+} , o aumento de alfa-cetoglutarato e alterações na razão

ATP/AMP encontrados no citoplasma (WACKERHAGE et al., 2019). Dessa forma, os estímulos metabólicos advindos do treinamento de força levam à ativação de cascatas de reações bioquímicas que acarretam no aumento da atividade ribossômica, que influencia diretamente na razão de anabolise/catabólise proteica (FIGUEIREDO; MCCARTHY, 2019; KIM; GUO; NADER, 2019). Em relação aos estímulos mecânicos trazidos pelo treinamento de força, a literatura aponta que os estresses mecânicos podem levar ao rompimento de estruturas do sarcômero, como a linha z (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Em resposta a estes danos estruturais, novos sarcômeros tanto em série como em paralelo são adicionados dentro de uma mesma miofibrila, levando ao aumento da secção transversa miofibrilar (MACDOUGALL et al., 1980). Além disso, estímulos mecânicos podem vir a promover alterações no influxo de substratos para a síntese proteica, assim como influenciam a modulação fenotípica das proteínas produzidas dentro do núcleo celular (OLSEN; NICOLL; FRY, 2019). Apesar dessas respostas ao treinamento de força sempre estarem acontecendo (MCGLORY; DEVRIES; PHILLIPS, 2017), integrando respostas bioquímicas e morfológicas (OLSEN; NICOLL; FRY, 2019), é importante ressaltar que entre os diversos processos presentes no anabolismo muscular, podem ser observadas diferenças entre indivíduos treinados e não treinados (GONZALEZ, 2016; SHAMIM; HAWLEY; CAMERA, 2018; OLSEN; NICOLL; FRY, 2019; JOANISSE et al., 2020). Apesar de indivíduos treinados apresentarem uma melhor eficiência ribossômica, contribuindo para a hipertrofia muscular (MCGLORY; DEVRIES; PHILLIPS, 2017), a expressão de genes como o MyoD, tende a se estabilizar frente ao treinamento crônico (SHAMIM; HAWLEY; CAMERA, 2018), assim como acontece com a biogênese mitocondrial após 12 semanas (MCGLORY; DEVRIES; PHILLIPS, 2017).

Uma vez que o treinamento de força age sobre o metabolismo celular desde a primeira sessão (MCGLORY; DEVRIES; PHILLIPS, 2017), diversos estudos focaram suas perguntas em relação a respostas a treinamentos agudos ou de curta duração. Apesar de poder se observar maior atividade ribossômica e maior produção de proteínas estruturais nas primeiras semanas de treinamento, ainda não há um consenso se existe ou não hipertrofia muscular durante esse período. Foram encontrados alguns estudos (SEYNNES; DE BOER; NARICI, 2007; BROOK et al., 2016; COUNTS et al., 2017; ILLERA-DOMÍNGUEZ et al., 2018) apontando aumentos na secção transversa muscular em períodos menores que 6 semanas. Entretanto, alguns autores como Damas et al. (2018), defendem que esse maior volume muscular se deve a intumescência muscular ao invés de acreção de proteínas estruturais. Existe ainda a premissa que a acentuada

atividade ribossômica e produção proteica intracelular durante as primeiras semanas de treinamento, se trata de uma resposta para suprimir um processo de remodelação muscular frente as micro-lesões causadas pelo treino ao invés de favorecer o processo de hipertrofia (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018). Entretanto, não podemos deixar de lado que a hipertrofia muscular não depende só de acreção de proteínas contráteis, mas também da alteração do volume de outras estruturas da célula muscular. De acordo com Haun et al. (2019), o aumento significativo da musculatura nas primeiras semanas de treinamento, se deve a hipertrofia do retículo sarcoplasmático.

Apesar desse embate sobre a hipertrofia muscular se apresentar ou não nas primeiras semanas, a literatura aponta que os aumentos de força deste período se devem as adaptações neuromusculares (COUTTS; MURPHY; DASCOMBE, 2004). Dentre as adaptações, afirma-se que há aumento do recrutamento de fibras musculares, o aumento da velocidade de recrutamento, a melhoria na sincronização muscular e o decaimento da atividade mioelétrica da musculatura antagonista (SALE, 1988; BEHM, 1995). De acordo com Maior e Alvez (2003), essas adaptações são responsáveis pelo aumento de força entre as oito primeiras semanas de treinamento. A partir de oito semanas de treinamento, o significativo aumento da hipertrofia muscular, age como um fator contribuinte no aumento de força em resposta ao treinamento de força (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Ademais, as adaptações dos diferentes tipos de fibras musculares ao treinamento de força, Hakkinen, Komi e Tesch (1981) apontam que fibras do tipo II (IIa e IIb) tendem a hipertrofiar com maior magnitude quando comparadas a fibras musculares tipo I. Uma vez que fibras tipos II produzem mais tensão (BOTTINELLI et al., 1999), a razão da área total ocupada entre fibras tipo II e tipo I, também parece ser um importante fator contribuinte para o aumento da força muscular. Assim, uma vez que a espessura muscular apresenta uma correlação significativa com a porcentagem de aumento da secção transversa das fibras musculares da mesma região (AAGAARD et al., 2001), é possível afirmar que o aumento significativo da espessura das fibras musculares é um dos principais fatores que contribuem para o aumento de força muscular, podendo influenciar entre 50% e 60% no aumento da produção de força muscular (NARICI et al., 1989).

Mesmo essas adaptações neuromusculares ocorrendo em resposta ao treinamento de força, uma série de fatores devem ser levados em conta para garantir resultados significativos no ganho de força. No que concerne aos indivíduos em si, podemos apontar alguns pontos importantes que parecem influenciar diretamente no progresso dentro do treinamento de força.

Fatores como o grupo muscular treinado, o sexo e a idade, parecem afetar diretamente no desenvolvimento da força durante o treinamento de força (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

Em relação ao grupo muscular treinado, a literatura sugere que o desenvolvimento da hipertrofia difere entre membros inferiores superiores, independente da idade ou sexo (WELLE; TOTTERMAN; THORNTON, 1996; ABE et al., 2000). De acordo com os resultados de Welle, Totterman e Thorton (1996), para uma mesma rotina de treinamento, a espessura muscular dos flexores de cotovelo aumentou em 22% e 9% para o grupo de adultos jovens e para os idosos respectivamente, enquanto a espessura muscular dos extensores de joelho aumentou 6% e 4% para os respectivos grupos. Com relação à influência do sexo sobre o desenvolvimento de força, a literatura ainda parecer ser divergente. Alguns autores acreditam que a menor secção transversa anatômica e a menor concentração de substâncias andrógenas, apresentadas pelo sexo feminino sejam responsáveis pelo diferente desenvolvimento de capacidades relativas a força, quando comparado ao sexo masculino (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Entretanto, parecem não existir diferenças significativas no desenvolvimento da força para os diferentes sexos (ABE et al., 2000). Somente para os membros superiores, são apresentados diferentes resultados entre os sexos no desenvolvimento da força muscular (O'HAGAN et al., 1995). Segundo os resultados de O'Hagan et al. (1995), para uma mesma intervenção de treinamento, as mulheres apresentaram um aumento de força maior que os homens tanto nos pesos livres (116% vs 46%) quando nos aparelhos de treinamento (99% vs 46%).

Por fim, em relação às diferentes respostas ao treinamento devido à idade, pode se afirmar que independente da idade, as adaptações relativas à força e hipertrofia também acontecem (HARRIDGE; KRYGER; STENSGAARD, 1999). Entretanto, a resposta hipertrófica dos indivíduos idosos parece ser significativamente menor comparada a indivíduos jovens (IVEY et al., 2000). Independente da idade, sexo, ou grupo muscular, uma das variáveis que afeta a todas subdivisões de indivíduos é o estado de treinamento da pessoa submetida ao treinamento de força (KRAEMER et al., 2002). Segundo Kramer et al. (KRAEMER et al., 2002), entre períodos de 4 semanas a 2 anos, indivíduos destreinados apresentam aproximadamente 40% de aumento da força muscular, indivíduos moderadamente treinados de 20%, indivíduos treinados de 16%, e em atletas de elite os aumentos variam em torno de 2%.

Não só as variáveis intrínsecas do indivíduo, citadas acima, interferem na produção da força. Entre as diferentes estratégias utilizadas no treinamento de força, podem existir diferentes

fatores extrínsecos que influenciam o rendimento do desenvolvimento da força e da hipertrofia (SUCHOMEL et al., 2018). Segundo Suchomel e colaboradores (2018), é de extrema importância para o desenvolvimento da força que o indivíduo seja exposto a uma periodização coerente, respeitando diversas variáveis como a sobrecarga durante os diferentes períodos de treinamento, o descanso ideal entre séries de exercício e entre sessões de treinamento e etc. A literatura parece ainda não oferecer um consenso sobre qual é o melhor modelo de periodização (linear vs. ondulatório) para ganhos de força e hipertrofia (EVANS, 2019). Entretanto, a manipulação das variáveis como, intensidade, volume e seleção de exercícios é essencial para melhorar a performance e controlar a fadiga (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016; RALSTON et al., 2017; EVANS, 2019). Diversas estratégias de estímulo para o treinamento de força podem ser citadas, como combinação de cargas altas e baixas (ANGLERI; UGRINOWITSCH; LIBARDI, 2017; FINK et al., 2018), séries múltiplas ou individuais de exercício (LA SCALA TEIXEIRA et al., 2018), treinamento excêntrico (CORATELLA; SCHENA, 2016; DOUGLAS et al., 2017) e treinamento até a falha (SAMPSON; GROELLER, 2016), tendo cada uma delas diferentes aplicabilidades, de acordo com o objetivo traçado para cada indivíduo em determinado período. Independente do estímulo proposto para uma determinada seção de treinamento, existem diversas formas de se aplicar esses estímulos ao praticante do treinamento de força. As diferentes estratégias de sobrecarga costumam envolver treinamento com o peso corporal, treinamentos para grupos musculares específicos com pesos livres ou com máquinas, levantamentos de peso olímpico (do qual engloba diversos grupos musculares simultaneamente), treinamento pliométricos, e até mesmo treinamento de co-contracção (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; RATAMESS, 2011).

Dessa forma, o treinamento de força caracteriza-se por diversas formas de estímulos que levam a estresses mecânicos e fisiológicos, por meio de diferentes estratégias de sobrecargas.

2.1.1. Treinamento de co-contracção

A co-contracção vem sendo objeto de estudo de diversas pesquisas (TYLER; HUTTON, 1986; BUTLER; HUBLEY-KOZEY; KOZEY, 2013; HEALD; FRANKLIN; WOLPERT, 2018; TOZIM et al., 2020). Uma busca simples pelo termo “*co-contraction*” na base de pesquisa PubMed.gov retorna mais de 1.100 artigos do quais envolvem pesquisa com esse tema.

Dentre esses trabalhos, podemos notar pesquisas relativas a dores (TOZIM et al., 2020), estabilização postural (NAGAI et al., 2011), controle de movimento (HORTOBÁGYI et al., 2009), e até mesmo como forma de treinamento (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010). Dessa forma é notável que o termo se refere a um fenômeno que pode ocorrer nas mais diversas situações. Como definição, diversos autores assumem que a co-contração se trata da ativação muscular simultânea do grupo agonista e do grupo antagonista de uma determinada articulação (SMITH, 1981; TYLER; HUTTON, 1986). Entretanto, a magnitude dessa ativação recíproca varia de acordo com a situação da qual a pessoa é imposta. Geralmente, a co-contração está presente em baixas magnitudes em tarefas de controle postural, e tarefas dinâmicas das quais necessitam de uma considerável acurácia (HORTOBÁGYI et al., 2009). Contudo, quando em grande magnitude, a co-contração pode levar à falta de controle do movimento (VAN DOORNIK; KUKKE; SANGER, 2009), além de gerar um excessivo consumo energético (MIAN et al., 2006). De acordo como o modelo de “*Common Drive*”, o sistema nervoso central (SNC) organiza os inputs de um par de músculos antagonistas (flexores e extensores) de forma recíproca (DE LUCA et al., 1982; SEMMLER et al., 1997). Sendo assim, durante um movimento voluntário o SNC inibe a musculatura antagonista, antes do início do recrutamento da musculatura agonista (PRICE et al., 2002), evitando altos níveis de co-contração involuntária durante determinada tarefa. Assim, o *Common Drive* torna o recrutamento muscular mais eficiente, possibilitando um desempenho mais eficiente de uma determinada tarefa motora (DE LUCA, ERIM, 1994). Além das contribuições do SNC, mecanismos de arco-reflexo, como os compostos por mecanoreceptores como o órgão tendinoso de golgi e ou fusos musculares também contribuem para a regulação da contração antagonista (LEWIS et al, 2010; NIELSEN, KAGAMIHARA,;1992).

Uma vez que essa forma de recrutamento muscular pode ser controlada voluntariamente, existe a possibilidade de buscar co-contrair os pares antagonistas. Esta ativação simultânea dos músculos agonistas e antagonistas de uma determinada articulação, que por consequência torna possível os grupos musculares gerarem resistência direta ao seu respectivo antagônico (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; SERRAU et al., 2012; DRISS et al., 2014) caracteriza o princípio básico do treinamento de co-contração investigado na presente pesquisa (TYLER; HUTTON, 1986; MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; SERRAU et al., 2012; MAEO et al., 2014b, 2014a; JAAFAR, 2016). Entretanto, nesta condição de co-contração voluntária máxima, ainda não há relatos dos

mecanismos utilizados neste processo fisiológico. O que já é esclarecido é que a musculatura não chega a atingir seus níveis máximos de atividade mioelétrica devido à inibição recíproca que uma musculatura impõe sobre a outra (TYLER; HUTTON, 1986). Essa inibição recíproca ocorre graças aos interneurônios inibitórios Ia, dos quais se conectam (conexão monossináptica) entre os motoneurônios alpha e os motoneurônios antagonistas em paralelo na medula espinhal (ROSA, 2015). Ainda assim, tarefas de co-contração máxima da musculatura flexora e extensora do cotovelo podem atingir valores entre 48% e 76% da atividade mioelétrica máxima dessas musculaturas (TYLER; HUTTON, 1986; SERRAU et al., 2012; MAEO et al., 2014b).

Alguns estudos apontam que para que o treinamento de força gere melhorias relativas à força, não é necessário o uso de cargas muito elevadas (ASSUNÇÃO et al., 2016; STEELE et al., 2017). Cargas referentes a 30% de uma repetição máxima (1RM) parecem suficientes para obter aumentos significativos a força e da espessura muscular (MITCHELL et al., 2012; MORTON et al., 2016). Uma das formas de treinamento de força que utiliza intensidades submáximas é o treinamento de co-contração (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010). Análises eletromiográficas indicam que durante a co-contração dos flexores e extensores de cotovelos, a magnitude de ativação do bíceps braquial varia entre 48 e 60% enquanto a do tríceps braquial alcança valores entre 70 e 76% de sua ativação máxima (TYLER; HUTTON, 1986; SERRAU et al., 2012; MAEO et al., 2014b).

Apesar de o treinamento de co-contração ser realizado em intensidades submáximas, estudos prévios sugerem que este treinamento produz estímulo muscular suficiente para induzir adaptações neuromusculares (TYLER; HUTTON, 1986; SERRAU et al., 2012) similares às obtidas com o treinamento de força com peso (COUNTS et al., 2016) nos músculos agonistas e antagonistas da flexão de cotovelo. Em sua pesquisa, Counts et al. (2016) compararam os resultados de um treinamento de força com pesos aos resultados de um treinamento de força sem pesos. O protocolo de treinamento de força com pesos, consistia em realizar o máximo de repetições de flexão ou extensão de cotovelo, até a fadiga com uma carga relativa a 70% de 1RM. Já o protocolo de treinamento de força sem pesos se baseava em manter uma co-contração isotônica máxima enquanto se realizava tanto a flexão quanto a extensão do cotovelo. Os resultados demonstraram que os diferentes treinos provocaram adaptações semelhantes sobre o recrutamento muscular, trazendo melhoria de força nos participantes de ambos os grupos. No entanto, o grupo que treinou com pesos apresentou uma alteração positiva da força muscular

9,3% maior que comparada às alterações apresentadas pelo grupo que treinou através da co-contracção isotônica (COUNTS et al., 2016). Dessa forma, o treinamento de co-contracção parece ser funcional para a melhoria do recrutamento muscular, da força muscular (COUNTS et al., 2016) assim como para outros fatores como a hipertrofia muscular (MAEO et al., 2014b).

Outros estudos também indicaram que após um período de treinamento de co-contracção houve aumento da atividade mioelétrica agonista durante uma contracção voluntária máxima (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; MAEO et al., 2013, 2014a, 2014b; COUNTS et al., 2016; GENTIL et al., 2017; ZBIDI et al., 2017). Mackenzie et. al (2010), pioneiros neste tópico, buscaram determinar se o treinamento de co-contracção muscular dos flexores e extensores do cotovelo induziria melhorias neuromusculares. Os autores propuseram um treinamento de co-contracção isométrica em 23 adultas jovens que realizaram o treinamento 3 vezes por semana, durante 6 semanas. O protocolo de treinamento consistiu em uma co-contracção dinâmica dos grupos musculares flexores e extensores de cotovelo do braço esquerdo, enquanto o braço direito, usado como membro controle, não praticou treinamento algum. Dessa forma, as voluntárias realizaram uma contracção concêntrica dos músculos flexores de cotovelo, enquanto os músculos extensores de cotovelo geravam uma resistência antagonista voluntária em uma cadência de quatro segundos. Em seguida, sem nenhum intervalo, era realizada uma contracção concêntrica dos músculos extensores de cotovelo, dessa vez com resistência antagonista imposta pelos músculos flexores de cotovelo, até a extensão total do cotovelo, totalizando oito segundos por repetição. Foram utilizadas de 2 a 3 séries de 12 repetições durante a intervenção. Os resultados revelaram que o membro treinado apresentou aumentos significativos na atividade mioelétrica agonista de ambos os grupos musculares durante uma contracção voluntária máxima, enquanto o membro não treinado manteve seus valores basais. No entanto, por mais que o treinamento de co-contracção tenha promovido maior atividade mioelétrica agonista durante uma contracção voluntária máxima, (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010), a atividade mioelétrica antagonista durante a mesma tarefa, parece não se alterar significativamente (DRISS et al., 2014; MAEO et al., 2014a, 2014b). Este último resultado é importante uma vez que, caso o treinamento provocasse um aumento na atividade antagonista durante uma tarefa de força máxima da musculatura agonista, o desempenho do movimento ou tarefa seria negativamente influenciado, uma vez que a musculatura agonista teria que trabalhar ainda mais para desempenhar a mesma tarefa.

Frente a esses resultados, alguns autores buscaram investigar outros benefícios subsequentes ao treinamento de co-contracção. Estudos recentes apontaram que essa modalidade de treinamento também é capaz de produzir aumentos significativo na força máxima com intervenções de 4 semanas (DRISS et al., 2014; MAEO et al., 2014b), 6 semanas (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010) e 12 semanas (MAEO et al., 2014a). Maeo e colaboradores (2014a) propuseram um treinamento de co-contracção, no qual os participantes do grupo treinamento realizaram uma co-contracção isométrica máxima a 90° de flexão do cotovelo durante quatro segundos, seguidos de quatro segundos de relaxamento, contabilizando uma repetição de oito segundos. Neste protocolo, a sessão completa de treinamento consistiu em 5 séries de 10 repetições, com 2 minutos de intervalo entre séries. As intervenções foram repetidas 3 vezes na semana durante 12 semanas. Os resultados revelaram um aumento significativo da força muscular, da atividade mioelétrica e da espessura dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial, comparado aos participantes do grupo controle que não realizaram o protocolo de treinamento (MAEO et al., 2014a). Tais achados sugerem que o treinamento de co-contracção parece ser um bom método para a melhoria da força muscular sem a necessidade de pesos ou equipamentos. Sendo assim, este treinamento poderia ser uma boa opção de treinamento de força em situações em que não há acesso a implementos como em viagens, situações de hospitalização, durante distanciamento social/quarentenas, reabilitação, no trabalho e até mesmo durante o dia-a-dia (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; SERRAU et al., 2012; DRISS et al., 2014; MAEO et al., 2014a, 2014b; JAAFAR, 2016). Ainda assim, uma vez que o treinamento de co-contracção necessita de um controle muscular diferente do habitual, ainda é incerto se os praticantes seriam capazes de o executar devidamente sem supervisão, dado que todas pesquisas anteriores com treinamento de co-contracção realizaram seus protocolos apenas sob supervisão.

2.2. Supervisão durante o treinamento de força

O acompanhamento, ou supervisão profissional exerce uma importante função durante o treinamento. Além de auxiliar na determinação de objetivos e no reforço psicológico durante o treinamento, ela também fornece suporte por meio de feedbacks voltados a técnica do movimento (BAKER, 2001). Por estes motivos, a supervisão profissional é considerada um fator de grande valia no treinamento de força (MAZZETTI et al., 2000). Poucos estudos

analisaram a influência da supervisão no treinamento de força em indivíduos jovens e saudáveis. No entanto, é evidente a contribuição da supervisão em parâmetros relacionados ao treinamento de força (MAZZETTI et al., 2000; COUTTS; MURPHY; DASCOMBE, 2004; RATAMESS et al., 2008; OSHITA et al., 2016). Apesar de grande parte dos estudos mostrarem a relevância da supervisão durante o treinamento, é importante ressaltar que podem existir variáveis que influenciam na qualidade da supervisão. Variáveis como o protocolo de treinamento, infraestrutura, distribuição de equipamentos e escalas de trabalho, afetam diretamente na qualidade de feedback fornecida ao aluno (HILLMANN; PEARSON, 1995).

Hillmann e Pearson (1995) mapearam a distribuição do número de alunos por professores nos principais centros de treinamento universitários dos Estados Unidos por meio de um levantamento feito por questionários. Seus resultados exibiram como os centros de treinamento universitários americanos lidavam com relação à organização espacial e escalas de trabalho de supervisionamento. Um dado relevante apresentado nessa pesquisa é que 40% dos entrevistados declararam que não seguiam propriamente o tempo de descanso proposto no treinamento. A supervisão apropriada poderia evitar esta falta de controle do tempo de descanso, uma vez que o descanso entre um exercício afeta o desenvolvimento da capacidade a ser treinada, assim como a rotatividade entre os equipamentos do centro de treinamento (HILLMANN; PEARSON, 1995). Assim, as recomendações de quantidade de alunos por supervisor propostas pela *National Strength and Conditioning Research*, surgiram com o intuito de evitar problemas similares, garantindo o rendimento em ambientes de treinamento esportivo e recreativo (BRASS et al., 2001).

O estudo de Gentil e Bottaro (2010), reforça as recomendações da *National Strength and Conditioning Research*. Ao avaliar os efeitos de uma intervenção de treinamento de força com diferentes níveis de supervisão em pessoas destreinadas, foram encontrados diferentes resultados para os grupos. Em seu trabalho, Gentil e Bottaro (2010) distribuíram seus participantes de forma igualitária (2 grupos de 62 pessoas), para realizarem um protocolo de treinamento de força por 11 semanas. O grupo com alta supervisão contava com um professor para no máximo cinco alunos, enquanto o grupo com baixa supervisão contava com um professor para no máximo vinte e cinco alunos. Ambos os grupos realizaram teste de 1RM no supino reto e o teste de torque máximo de extensão de joelho em um aparelho isocinético, nos momentos pré e pós intervenção. Em relação aos valores iniciais, o grupo com baixa supervisão apresentou aumentos significativos de somente para o 1RM do supino reto de 60,87 kg para

67,09 kg (+10,21%), ao passo que para o de torque máximo de extensão de joelho os valores foram de 235,7 N.m para 238,5 N.m (+1,17%). Enquanto isso, o grupo com alta supervisão melhorou resultados de 1RM de supino de 56.6 kg para 65.5kg (+15,9%) e o de torque máximo de extensão de joelho de 212,2 N.m para 236,9 N.m (+11,66%). Além disso, ao comparar os resultados pós intervenção dos dois grupos, o grupo com alta supervisão apresentou resultados significativamente maiores que o grupo com baixa supervisão tanto para 1RM de supino quanto para o torque máximo de extensão de joelho.

Um dos principais estudos que também exhibe os benefícios da supervisão no treinamento de força foi o realizado por Mazzetti et al. (2000). Nesse estudo, os autores analisaram o efeito de 12 semanas de treinamento com ou sem o acompanhamento de um *personal trainer* sobre a força máxima, da resistência de força e da potência muscular. Os resultados revelaram que o grupo que treinou sob supervisão apresentou um ganho de força significativamente maior comparado ao grupo que treinou sem supervisão. Para a resistência de força e a potência muscular, não foram encontradas diferenças significativas entre grupos. Ainda, os autores indicaram que apesar de ambos os grupos iniciarem a intervenção com cargas semelhantes, o grupo supervisionado apresentou uma progressão de carga significativamente maior, durante quase toda a intervenção. Logo, os autores chegaram à conclusão que a supervisão pode levar os participantes a treinarem em intensidade significativamente maiores, levando a melhorias nos resultados da força máxima após a intervenção. Ainda, a intensidade de carga parece ser influenciada pela supervisão não só após o início da intervenção como demonstrado por Mazzetti et al. (2000), e sim desde a primeira sessão de um treinamento (RATAMESS et al., 2008).

Em um protocolo de treinamento agudo Ratames et al. (2008) recrutaram 46 jovens adultas, das quais foram divididas em dois grupos: supervisionadas (n=27) e não supervisionadas (n=19). Para o protocolo experimental os pesquisadores solicitaram que as voluntárias selecionassem uma carga suficiente para realizar 10 repetições máximas em determinado exercício. Posteriormente à realização do exercício, do registro da carga selecionada e de um determinado descanso, todas as voluntárias foram submetidas ao teste de 1RM para os exercícios posteriormente propostos. Ao avaliar os resultados de 1RM, os autores verificaram que quando sob supervisão profissional, os indivíduos tendem a selecionar porcentagens de carga significativamente superiores, quando comparado a praticantes não supervisionados. Dessa forma, a sobrecarga utilizada durante o treinamento não supervisionado

parece ser influenciada desde o primeiro treinamento em indivíduos treinados (RATAMESS et al., 2008), bem como em indivíduos com pouca familiarização com o treinamento de força (GLASS; STANTON, 2004).

Ademais a supervisão contribui para o aumento da intensidade do treinamento e da aderência ao treinamento (COUTTS; MURPHY; DASCOMBE, 2004). Corroborando estudos anteriores, Mazzetti e colaboradores (2000), também encontraram benefícios da supervisão nos parâmetros de força por meio de um protocolo de treinamento de força supervisionado e não supervisionado de 12 semanas com jogadores de rúgbi. Os autores mostraram resultados para ganhos de força após a intervenção. Também apresentaram que o grupo supervisionado obteve resultados significativamente melhores em testes de potência muscular, de resistência muscular e de velocidade (teste de salto vertical, número máximo repetições de barra fixa, e testes de Sprint de 10 e de 20 metros, respectivamente). Counts et al. (2004) ainda mostraram que os participantes supervisionados faltaram menos aos treinamentos quando comparados aos participantes do grupo não supervisionado.

A supervisão ainda parece influenciar em aspectos relacionados à compreensão do objetivo do exercício. Mediante a um formulário elaborado especificamente para sua pesquisa, Oshita e colaboradores (2016) observaram que a quantidade de supervisão no treinamento de força em indivíduos experientes afeta diretamente no entendimento do objetivo do agachamento. Seus resultados exibiram que indivíduos experientes com supervisão, apresentavam 13% mais sensibilidade à contribuição da musculatura glútea no movimento de agachamento, comparado a aqueles que possuíam experiência de treinamento sem supervisão. Ainda, 92% dos participantes experientes com treinamento supervisionado, relataram a contribuição da musculatura posterior da coxa durante o exercício, enquanto apenas 83% dos participantes sem experiência com treinamento supervisionado apresentaram essa sensibilidade da contribuição desse grupo muscular durante o movimento.

Existem poucas evidências que apontam a ineficiência da supervisão profissional no treinamento de força. Dalager e colaboradores (2015), examinaram o efeito da supervisão durante uma hora de exercício físico distribuída durante a semana (3x20 minutos) no ambiente de trabalho. Os participantes foram divididos em dois grupos: com mínima supervisão (n=122) e supervisionados (n=126). O protocolo de treinamento consistiu em uma periodização para o desenvolvimento de força muscular com 20 semanas de duração. Os autores avaliaram diversas características relativas a predisposição ao exercício e ao rendimento no trabalho, relato de

dores e desempenho da força nos momentos pré e pós treinamento. Seus resultados sugerem que a supervisão não influenciou significativamente em nenhum dos resultados. No entanto, a partir de um olhar clínico, o grupo supervisionado apresentou uma melhor taxa de comparecimento aos treinamentos, mas não suficiente para ser considerada significativa.

Dessa forma, para protocolos de treinamento de força convencionais, a supervisão profissional parece ser um fator essencial para garantir melhores respostas ao treinamento. Entretanto, nenhum dos estudos encontrados e apresentados, propuseram intervenções semelhantes ao treinamento de co-contração. Assim, investigar a eficácia do treinamento de co-contração em situações com e sem supervisão torna-se de suma importância, dado que essa modalidade de treinamento requer uma forma de recrutamento muscular não convencional que demanda um alto controle neuromuscular. Ademais o método de treinamento de co-contração pode ser uma interessante opção onde não há acesso a acompanhamento profissional e/ou implementos.

2.3. Alterações neuromusculares decorrentes do destreinamento.

De acordo com a literatura, a interrupção do treinamento, também chamada de destreino, está associada com a diminuição de funções fisiológicas musculares advindas de alterações em componentes morfológicos e neurais de um determinado grupo muscular (POPADIC GACESA; DUSKO; GRUJIC, 2011). As principais alterações relatadas durante o destreino são as alterações da força máxima, da resistência de força, da atividade mioelétrica, da espessura muscular, da atividade enzimática muscular e da densidade capilar (MUJIKÁ; PADILLA, 2000). Segundo Mujika e Padilha (2000), atletas que praticam o treinamento de força podem reduzir a força máxima de 7 a 12% em períodos entre 8 e 12 semanas de destreino.

A força máxima é considerada uma importante capacidade, uma vez que é fundamental para performance atlética e para manutenção da saúde (ABERNETHY; WILSON; LOGAN, 1995; KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002). Boa parte da literatura sobre o destreino relata quedas na força máxima após um período sem estímulos (HÄKKINEN; KOMI, 1983; HÄKKINEN; PAAVO V., 1985; NARICI et al., 1989; GONDIN et al., 2006; GARCÍA-PALLARÉS et al., 2009; CHAOUACHI et al., 2018; SOUSA et al., 2018). Entretanto, há relatos de ausência de alterações na força máxima após diferentes períodos de destreinamento (NEUFER et al., 1987; HORTOBÁGYI et al., 1993; HWANG et al., 2017). De acordo com os

dados de Hakkinen e Pavo (1985), o declínio da força parece ser multivariado e não se apresenta de forma linear. Essa divergência de resultados relativos à diminuição da força entre as diferentes pesquisas, muito provavelmente ocorre pela diferença de parâmetros de pesquisa (características amostrais, período de destreino entre outras). Assim, da mesma forma que o desenvolvimento do ganho de força pode ser influenciado por diversos parâmetros do treinamento, (CORATELLA; SCHENA, 2016; SOUSA et al., 2017), o destreino parece acontecer de diferentes formas de acordo com algumas variáveis, como a intensidade de treino pré-destreino, tempo de prática de treinamento pré-destreino e idade (GONDIN et al., 2006; BOSQUET et al., 2013; CHAOUACHI et al., 2018; SOUSA et al., 2018).

Essa queda da força máxima muscular pode ocorrer por conta de certos processos fisiológicos, como mudanças morfológicas musculares e alterações neurais a nível central ou periférico (HÄKKINEN, 1989; FOLLAND; WILLIAMS, 2007; CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011). Em relação a fatores neurais, o recrutamento e sincronização muscular, a frequência de disparo das unidades motoras e a coordenação intermuscular são possíveis variáveis que se alteraram no período de treinamento bem como no destreino. Alguns estudos relatam quedas de 2,6% a 20% na atividade mioelétrica após determinado período de destreino (HÄKKINEN; KOMI, 1983; HÄKKINEN; PAAVO V., 1985; HORTOBÁGYI et al., 1993; GONDIN et al., 2006). Häkkinen e Komi (1985) ao suspenderem o treinamento de indivíduos treinados, encontraram quedas de até 10,25% da amplitude da atividade mioelétrica do vasto lateral após 4 semanas, e de 11,4% após 12 semanas de destreino.

Quanto aos fatores morfológicos, como tipos de fibras musculares e arquitetura muscular, a literatura disponível tende a reportar alterações menos acentuadas ao destreino, comparadas aos valores da atividade mioelétrica (HORTOBÁGYI et al., 1993; GONDIN et al., 2006). De acordo com Bosquet e colaboradores (2013) essas alterações morfológicas tendem a ocorrer especialmente depois de algumas semanas de destreino. Segundo a revisão de Mujika e Padilla (2000), longos períodos de destreino podem levar a reduções na espessura muscular, assim como alterações na razão de fibras musculares tipo I e tipo II. Entretanto, 4 semanas de destreinamento parecem ser suficientes para causar reduções na espessura muscular (MUJIKÁ; PADILLA, 2000; GONDIN et al., 2006). Ademais, Hortobágyi e colaboradores (1993), após uma análise de biópsia muscular do vasto lateral da coxa dominante em levantadores de peso submetidos a quatro semanas de destreino relataram uma queda de 6,4% no número de fibras musculares de tipo II.

De acordo com os dados apresentados por Mujika e Padilla (2000), o destreino tende a afetar mais o desempenho motor que a força. O estudo de Neufer et al. (1987) mostrou que nadadores submetidos a 4 semanas de destreino, não sofreram alterações significativas na produção da força máxima, entretanto a performance dos atletas em um teste de potência de nado apresentou uma queda de 13,6%. Entretanto, vale reforçar que o comportamento da queda da força pode ser diferente de acordo com o teste realizado. Em testes de força máxima isométrica, os resultados de redução de força tendem a ser menores comparados ao teste de força isocinética (MUJIK; PADILLA, 2000).

Logo, o destreino parece provocar alterações em diversas variáveis fisiológicas e morfológicas, como a atividade enzimática, morfologia celular, razão dos tipos de fibras musculares, atividade mioelétrica, das quais podem contribuir para o declínio da força muscular. Tendo em vista a importância da capacidade de força na realização de tarefas do dia-a-dia e os prejuízos que podem vir a ocorrer em razão da perda de força, incentivar estratégias alternativas para o treinamento de força pode ajudar a evitar os efeitos deletérios do destreino, garantindo a manutenção do desempenho e da força muscular.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Participantes

A amostra do presente estudo foi composta por 20 jovens adultos treinados do sexo masculino ($24,5 \pm 3,2$ anos, $83,2 \pm 10,2$ kg, $179,5 \pm 7,19$ cm). Os critérios estabelecidos para considerar os participantes como treinados foram que todos participantes deveriam estar realizando treinamento de força com cargas iguais ou superiores a 60% de 1 RM, com frequência mínima de 3 vezes, e máxima de 5 vezes por semana, ininterruptamente por no mínimo 24 semanas (volume de treinamento semanal entre 180 e 300 minutos). O treinamento anterior desses participantes deveria envolver exercícios para os membros superiores. Visando simular uma situação de destreino, todos indivíduos suspenderam o treinamento de força convencional, e foram submetidos a 4 semanas de intervenção. Os participantes foram randomicamente distribuídos em 3 grupos, co-contração supervisionado (CCS), co-contração não supervisionado (CCNS) e grupo controle (GC). A randomização foi realizada por meio do aplicativo Certified True Randomizer (Random.org, Randomness and Integrity Services Ltd., Dublin, Ireland). Após as avaliações iniciais, o participante era designado para um dos três grupos através de um sorteio numérico aleatorizado entre os números 1, 2 e 3, onde cada um dos números representava um dos grupos.

A determinação do tamanho amostral foi realizada por meio do *software* G-Power (Heinrich Heine University, Düsseldorf, Alemanha) com testes a posteriori. Tomando como referência os valores de tamanho de efeito dos resultados das diferentes variáveis deste estudo, o tamanho amostral total sugerido foi de 15 à 162 participantes, (15 para espessura dos flexores; 27 para força de flexores e extensores, e atividade mioelétrica dos flexores; 153 para atividade mioelétrica do tríceps cabeça longa; e 162 para atividade mioelétrica do tríceps cabeça curta). O delineamento inicial do estudo foi de recrutar 30 indivíduos (~10 por grupo), seguindo uma determinação do tamanho amostral a priori com o mesmo software, utilizando o tamanho de efeito apontado por Sousa e colaboradores (2019). Ao decorrer do estudo as restrições impostas pela quarentena do COVID-19 possibilitaram a coleta de dados de somente 24 participantes (CCS = 9; CCNS = 7; GC = 8). Tomando como referência os valores de tamanho de efeito (0,4) observado por Sousa et al. (2018, 2019) após o declínio de força máxima durante um período similar de intervenção, a amostra total sugerida seria de 21 indivíduos. Para a remoção de outliers, foi utilizado o método proposto por Hoaglin e Iglewicz (1987). Foram identificados 3

outliers para os dados coletados, sendo um outlier de cada grupo. Além disso, um participante do grupo controle foi excluído por conta de perda de dados pós intervenção, totalizando 20 participantes (CCS = 8; CCNS = 6; GC = 6).

Todos participantes foram convidados pessoalmente, por telefone, por meio de publicações em redes sociais e por meio de panfletos fixados dentro e nas redondezas do campus da USP de Ribeirão Preto. Os critérios de exclusão utilizados foram: 1) histórico de lesão neuromuscular nos membros superiores nos últimos 12 meses; 2) histórico de doença hormonal nos últimos 12 meses; 3) histórico de doença cardiovascular; 4) declaração de uso de medicações ou ergogênicos que pudessem influenciar no resultado, e 5) estar em fase aguda de algum tratamento que afetasse qualquer das variáveis que foram estudadas.

3.2 Desenho experimental

O presente estudo apresenta um design experimental randomizado unicego. Os participantes compareceram ao Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LaCIDH), da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP – USP), onde receberam explicações sobre os procedimentos do estudo e, assinaram o termo de consentimento de participação na pesquisa, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (CAEE nº 93694518.6.0000.5659) (APÊNDICE D). Em seguida, foram realizadas medidas antropométricas (massa corpórea e estatura). As medidas específicas da pesquisa foram realizadas por meio de testes de força máxima, eletromiografia e ultrassonografia no membro dominante dos participantes. A dominância foi determinada a partir da auto declaração de dominância de cada participante. Inicialmente, a ultrassonografia foi utilizada para mensurar a espessura muscular dos músculos flexores e extensores de cotovelo. Para flexores de cotovelo, devido a padronização do posicionamento do transdutor, a medida da ultrassonografia considerava a espessura dos músculos bíceps braquial e braquial, enquanto para os músculos extensores de cotovelo, a medida considerava a espessura incluindo a cabeça longa e a cabeça medial do tríceps braquial. Na sequência, o teste de força máxima em um aparelho isocinético ocorreu em conjunto com a aquisição dos sinais mioelétricos. Uma vez executados todos os testes, os participantes designados para os grupos CCS e CCNS puderam realizar uma familiarização com as rotinas de co-contração. Todas as medidas foram realizadas nos três

grupos, antes e após quatro semanas de intervenção conforme representado na Figura 1. Uma vez concluídos os testes iniciais, foram realizados os agendamentos dos horários para o treinamento e para reavaliação dos participantes do grupo CCS conforme a disponibilidade dos mesmos. Da mesma forma, foram agendadas as datas de reavaliação para os participantes do grupo CCNS e do grupo controle. Em todas as coletas de dados o indivíduo responsável pela aquisição de dados não foi informado sobre a qual protocolo o participante seguiu, tornando assim o estudo cego.

Figura 1. Ilustração das etapas do desenho experimental da pesquisa

3.3 Procedimentos

A intervenção foi realizada em duas diferentes condições, visando comparar a efetividade do treinamento de co-contracção na manutenção dos níveis de força máxima, da massa muscular e do recrutamento neuromuscular: 1) O treinamento de co-contracção supervisionado, foi realizado no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LaCIDH) da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP- USP), um

ambiente isolado de distrações com temperatura controlada, e 2) o treinamento de co-contração não supervisionado, foi realizado em local escolhido por cada participante (ex. na própria residência) seguindo a rotina de exercício elaborada pelos pesquisadores, porém, sem a supervisão em cada sessão de treino.

Para o treinamento de co-contração supervisionado, os participantes frequentaram o laboratório, três vezes por semana. O intervalo definido entre um treinamento e outro foi de no mínimo 48 horas e no máximo 72 horas. Para realizar o exercício proposto, os participantes permaneceram sentados com ombros em posição anatômica, mantendo ambos os braços ao lado do tronco, cotovelos flexionados a 90° de flexão e os antebraços em posição semi-pronada. Apesar das coletas de dados terem sido realizadas somente no braço dominante, os participantes de ambos os grupos de treinamento realizaram o protocolo de exercício com os dois membros superiores simultaneamente. Uma vez posicionados, a seguinte instrução verbal foi fornecida: *“Busque contrair seu bíceps e tríceps simultaneamente, o mais forte que puder sem que seu antebraço se mova”*. Cada participante teve a oportunidade de realizar duas co-contrações de 5 segundos cada para familiarização. Em seguida foram realizadas oito séries de 10 co-contrações, tendo cada co-contração quatro segundos, seguidas de quatro segundos de intervalo. A cadência de contração foi ditada por um aplicativo de metrônomo eletrônico (Exercise Timer, NeuronDigital, Kirkop, Malta) que emitia comandos verbais a cada intervalo de 4 segundos. O intervalo de descanso entre cada série foi de 90 segundos. Durante todas as séries foram fornecidos estímulos verbais para que os indivíduos buscassem realizar as co-contrações na maior intensidade possível. Ademais, durante o treinamento supervisionado, o profissional de educação física responsável pela supervisão forneceu orientações para os participantes permanecerem na posição e na cadência de contração correta. Visando melhor controle do treinamento, foram utilizadas fichas como a Escala de Borg (ANEXO B) e a *Ficha de Acompanhamento de Treinamento Supervisionado* (APÊNDICE A). A escala de Borg foi utilizada para registrar a percepção de esforço pós treino dos participantes, enquanto a *Ficha de Acompanhamento de Treinamento Supervisionado* registrou os dados do treino realizado como o número de séries e repetições completas, as atividades físicas realizadas além do treino que envolveram a participação moderada ou intensa dos membros superiores durante o período de intervenção, e checkou o nível de comprometimento dos participantes.

Para o treinamento de co-contração não supervisionado os indivíduos receberam a *Ficha de Acompanhamento do Treinamento Não Supervisionado* (APÊNDICE B), com todas

as informações necessárias para realizar o treinamento, seguindo a mesma configuração do treinamento realizado pelo grupo de co-contracção supervisionado. Nesta *Ficha de Treinamento Não Supervisionado* estavam detalhadas as informações em relação a como realizar a co-contracção, o número de séries, o intervalo entre séries, o número de contracções, o intervalo entre cada contracção, o intervalo mínimo e máximo entre cada sessão de treinamento. Ademais, a ficha também possuía campos onde os participantes declararam sua percepção de esforço pós treino a partir da escala de Borg (ANEXO B), campos para registrar atividades físicas realizadas no período de intervenção que envolveram a participação moderada ou intensa dos membros superiores e campos para declararem seu nível de comprometimento nos treinamentos. Todas as dúvidas em relação ao treinamento de co-contracção não supervisionado proposto foram sanadas no momento da entrega de ficha de treinamento. Além disso, os participantes foram orientados a entrarem em contato via telefone com o profissional de educação física responsável caso surgissem dúvidas em relação ao protocolo de treinamento ou ao preenchimento da ficha. Ainda, durante este encontro os participantes também foram orientados sobre como instalar e configurar o aplicativo de metrônomo eletrônico (Exercise Timer, Neuron Digital, Kirkop, Malta) utilizado durante os treinamentos para ditar a cadência de contracção. Dessa forma, após passarem pela familiarização, os participantes do grupo sem supervisão estavam aptos a realizar o treinamento proposto em seu local de preferência.

Os participantes do grupo controle, por sua vez, receberam o *Recordatório de Atividades Físicas do Grupo Controle* (APÊNDICE C) para que pudessem anotar quais atividades físicas foram realizadas no período de treinamento que tenham envolvido esforço moderado/intenso dos membros superiores.

Dado que o estudo é cego (visando evitar influências humanas na coleta de dados), o aluno de Mestrado autor do presente projeto, responsável por todas as coletas de dados, não ficou responsável por conduzir os treinamentos, não forneceu os formulários entregues aos participantes (Termo de Compromisso Livre e Esclarecido, Apêndices A, B e C; Anexo B) e não esclareceu dúvidas relativas ao aplicativo utilizado para controle do treinamento. Para tais tarefas, o estudo contou com a colaboração de um profissional de Educação Física (CREF 135907-G/SP) familiarizado com os métodos do projeto.

3.3.1 Análise da espessura muscular

Visando verificar possíveis mudanças hipertróficas entre os momentos pré e pós intervenção de co-contracção, um aparelho de ultrassonografia em modo B (Sonix RP, Ultrasonix, Columbia Britânica, Canadá) foi utilizado para mensurar a espessura muscular dos músculos extensores e flexores do cotovelo do membro superior do participante. As medidas ultrassonográficas foram realizadas nas dependências do Laboratório do Grupo de Inovação em Instrumentação Médica Ultrassom (GIIMUS) da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Visando evitar alterações geradas pelo treinamento e destreinamento, respectivamente, as medidas ocorreram com no mínimo dois dias e no máximo sete dias de intervalo desde o último treinamento realizado. Durante a mensuração de dados todos participantes estavam totalmente relaxados e desaquecidos. Ademais, no momento da mensuração os participantes permaneceram sentados com o membro superior dominante naturalmente estendido, paralelo ao tronco. Para a captura da imagem da secção transversa dos grupos musculares, um transdutor de matriz linear de 39 mm com frequência de captação de 6,6 MHz, ganho de 53% e profundidade de captação de 6,5 cm, foi posicionado sobre a pele do participante exercendo a mínima pressão necessária. Os valores da espessura muscular foram mensurados no próprio aparelho de ultrassonografia, a partir da média de 3 medidas da maior distância perpendicular (cm) entre o ponto de divisão do tecido adiposo subcutâneo e o ventre muscular, até o ponto de divisão entre o ventre muscular e a superfície do úmero. As medidas foram realizadas sobre a linha medial do ventre muscular do bíceps braquial e do tríceps braquial, no ponto correspondente a 60% da distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero (MAEO et al., 2014a). Para garantir a confiabilidade das medidas de espessura muscular, 20% da amostra foi selecionada de forma aleatória, para obter os índices de correlação intraclasse (ICC) das medidas realizadas. As avaliações realizadas para obtenção do ICC utilizaram os mesmos participantes e aconteceram em dois momentos diferentes, com 24 horas de intervalo entre cada avaliação. As avaliações para determinar o ICC foram realizadas antes de qualquer intervenção e apresentaram um resultado de 0,989. É válido ressaltar que o estudo é cego, assim o aluno responsável pela coleta dos dados de ultrassonografia não soube de qual grupo cada participante pertencia até o fim da coleta de dados.

3.3.2 Análise da força máxima

Os dados da força máxima isométrica, foram coletados por meio de um dinamômetro isocinético (Biodex, System 4 Pro, New York, NY, USA) com frequência de aquisição de 100 Hz. Antes do início dos testes, os participantes realizaram um aquecimento para os músculos flexores e extensores de cotovelo. O aquecimento consistiu em quatro séries de 15 a 20 repetições. Para primeira e segunda série do aquecimento, os voluntários utilizaram uma carga de 40% do 1RM estimado, enquanto nas séries subsequentes, foi utilizada uma carga de 60% do 1RM estimado (KRAEMER et al., 2006). Foram fornecidos 90 segundos de intervalo entre cada série. Para o aquecimento um aparelho multi-exercícios “Crossover” (Lion Fitness, Valentim Gentil, SP, Brasil) com polia de altura regulável foi utilizado. Nesta tarefa os participantes permaneceram em pé, com joelhos e quadris estendidos, tronco e ombros mantidos próximos a posição anatômica. Para os músculos extensores de cotovelo, os participantes realizaram a extensão de cotovelo na polia alta. A posição inicial exigia que os cotovelos fossem mantidos a aproximadamente 35° e os antebraços pronados enquanto seguravam uma barra própria regulada na altura do osso esterno. A partir desta posição os participantes deveriam estender o cotovelo completamente (180°) para completar o movimento. Para os músculos flexores de cotovelo, o mesmo padrão de posicionamento corporal foi proposto, alterando apenas a posição inicial do antebraço, onde o cotovelo deveria se encontrar totalmente estendido (180°) e os antebraços em posição supinada, enquanto o participante segurava a barra regulada na altura das mãos. Partindo desta posição, os participantes realizaram a flexão de cotovelo na polia baixa, devendo fletir o cotovelo de forma a puxar a barra para cima até a altura de seu osso esterno (aproximadamente 35°) e em seguida retornar a posição inicial para completar uma repetição.

Para a coleta da força máxima isométrica tanto dos músculos flexores de cotovelo, quanto dos músculos extensores de cotovelo, os participantes foram posicionados no dinamômetro isocinético conforme as recomendações do fabricante. Os participantes permaneceram sentados, totalmente apoiados no assento do aparelho, com o auxílio de cintas para que não houvesse deslocamentos do corpo durante a coleta. As articulações de quadril e joelhos permaneceram a 90°, ombro com 30° de flexão e 30° de abdução, cotovelo a 90° apoiado em um apoio específico, mantendo o antebraço supinado para flexões de cotovelo, e pronado

para extensões de cotovelo. Dessa forma o eixo do aparelho isocinético se encontrava exatamente alinhado com o fulcro da articulação do cotovelo do membro superior dominante. Foram realizadas três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de cinco segundos, com um intervalo de 90 segundos entre cada tentativa (COUNTS et al., 2016), tanto para extensão quanto para flexão de cotovelo. Para cada tentativa o próprio aparelho emitiu um sinal sonoro, indicando que o participante deveria iniciar a CIVM. Em cada tentativa, o pico de torque produzido foi computado. O valor considerado para força máxima foi o pico de torque, que foi calculado como a média aritmética dos valores obtidos nas três tentativas realizadas. Todas tentativas de CIVM contaram com estímulos verbais do instrutor presente.

3.3.3 Análise da atividade mioelétrica

A verificação de possíveis mudanças na atividade mioelétrica dos músculos bíceps braquial e do tríceps braquial (cabeça lateral e longa) do membro superior dominante nos momentos pré e pós intervenção, foi realizada por meio de um eletromiógrafo (Trigno Wireless; Delsys, Natick, MA, USA) composto por 16 canais de 16 bits de resolução e frequência de aquisição de 2MHz. O posicionamento dos sensores sem fio com eletrodos ativos de cloreto de prata (10mm) sobre cada grupo muscular (dois sensores para tríceps braquial - cabeça lateral e longa - e um sensor para bíceps braquial - ambas cabeças) foi realizado através de duas técnicas. Inicialmente as recomendações do “Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles” (SENIAM) foram seguidas para assegurar que os eletrodos se encontravam no posicionamento ideal sobre os grupos musculares. Em seguida, para assegurar o posicionamento correto na coleta de dados pós-intervenção, utilizamos também um mapa de posicionamento dos eletrodos, criado logo após a primeira coleta. Cada indivíduo possuía seu próprio mapa, o qual foi criado através de uma folha plástica transparente e maleável que cobria todo o braço do participante. Com uma caneta marcadora, foram registrados no plástico o posicionamento dos eletrodos colocados no momento pré-intervenção, assim como pintas, vasos visíveis, acidentes ósseos e cicatrizes presentes no membro avaliado (Figura 2). Dessa forma, utilizamos duas técnicas simultaneamente para evitar que o posicionamento dos eletrodos se alterasse nos diferentes momentos de coleta de dados. Antes da fixação dos sensores, foi realizada a raspagem dos pelos e o abrasamento da pele com um lenço de papel

descartável embebido com álcool etílico hidratado 70° INPM, visando minimizar a impedância da pele (HERMENS, 2000). A coleta da atividade mioelétrica ocorreu simultaneamente à aquisição da força máxima isométrica no aparelho isocinético. Dado que o presente trabalho não buscou elucidar a relação entre a magnitude da atividade mioelétrica e a quantidade de força produzida, não houve sincronização dos sinais coletados na CIVM e a eletromiografia. O tratamento dos dados da atividade mioelétrica foi executado por uma rotina específica para análise de dados mioelétricos em ambiente MatLab (APÊNDICE E). Consideramos o início do sinal mioelétrico durante a CIVM quando o valor do sinal superou o valor de dois desvios padrão do valor do sinal de mioelétrico em repouso. A partir do ponto inicial proposto, foram registrados todos valores da atividade mioelétrica dentro de uma janela de 1,5 segundos. O sinal mioelétrico foi filtrado por um filtro digital Butterworth passa-banda de quarta ordem com faixa de corte entre 10 e 500 Hz. Os dados produzidos pela rotina de processamento foram a raiz quadrada média do sinal (RMS) normalizada pelo pico e o RMS bruto. Para o presente estudo, somente o RMS normalizado foi analisado. A escolha de normalizar os valores de RMS pelo pico é justificada uma vez que esse método produz um menor coeficiente de variação inter-sujeito, (FRENCH et al., 2015; ZACARON et al., 2016). Todos valores derivados de RMS normalizado de cada indivíduo, correspondem a média das três tentativas.

Figura 2. Participante com mapa negativo após a coleta pré-intervenção. Mapa negativo apresenta em vermelho marcas dos acidentes ósseos, posição de pintas, marcas de vacinas e posição do sensor.

3.3.4 Análise da percepção subjetiva de esforço

Com as Fichas de Treinamento (APÊNDICES A e B), foi possível mensurar três variáveis relativas da rotina de treinamento, como o volume total de treinamento, o comprometimento declarado do participante ao treinamento, e a percepção subjetiva de esforço (PSE) das sessões de treinamento logo após o fim de cada sessão de treinamento. Para o grupo CCS, todas anotações nas fichas foram realizadas pelo profissional de educação física que supervisionou a sessão de treinamento. Dessa forma, o participante foi questionado e em relação a seu comprometimento ao fim da intervenção, ao seu volume de treinamento e sua PSE ao fim de cada sessão de treinamento. No caso do grupo CCNS os próprios participantes anotaram seus valores e respostas em suas fichas de treinamento.

Em relação a PSE, a resposta do participante foi baseada na escala de Borg (1998) (ANEXO B), apresentada pelo profissional de educação física presente. Por sua vez, os participantes do grupo CCNS, consultaram uma cópia fornecida da escala de Borg e anotaram

seus valores em sua ficha de treinamento não supervisionado (APÊNDICE B), fornecida durante a avaliação inicial.

3.3.5 Avaliação do comprometimento com o protocolo de treinamento

Para a avaliação do comprometimento com o protocolo de treinamento ao longo das 12 sessões de treinamento, uma escala de Likert de sete pontos (LIKERT, 1932) foi disponibilizada junto às fichas de treinamento de ambos os grupos que treinaram, para que os participantes se auto avaliassem ao fim da intervenção. A escala apresentava as seguintes opções para assinalar: “Totalmente descomprometido”, “Descomprometido”, “De certa forma descomprometido”, “Nem comprometido nem descomprometido”, “De certa forma comprometido”, “Comprometido”, “Totalmente comprometido”. Ao fim do período de intervenção, os participantes do grupo CCS foram solicitados a declararem um grau de comprometimento ao protocolo para que o profissional de educação física responsável anotasse a resposta. Os participantes do grupo CCNS foram orientados a entregarem o formulário com este campo já preenchido ao fim do período de intervenção.

3.3.6 Mensuração do volume total de treinamento

Como forma de minimizar influências de demais variáveis além da supervisão entre os dois grupos que estavam realizando o treinamento, foram coletados dados relativos ao volume de treinamento de ambos os grupos. Junto as fichas de treinamento dos grupos CCS e CCNS, haviam campos onde podia ser anotado a quantidade de séries e de repetições realizadas em cada sessão de treino. Uma vez que o protocolo de intervenção proposto consistia em 12 sessões de treinamento, e cada sessão possuía oito séries de 10 movimentos, o volume total de treinamento esperado para cada participante seria o resultado do número de dias multiplicado pelo número de séries e pelo número de repetições, totalizando 960 unidades arbitrárias (U.A). Dessa forma consideramos 960 U.A. como 100% do volume total de treinamento.

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas deste trabalho foram realizadas a partir do software IBM SPSS Statistics for Macintosh v27 (IBM Corp., Armonk, EUA), mantendo o nível de significância em 0,05. Os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade de variância (teste de Levene) foram testados em todas as análises que se fez necessário. A seguir, será detalhado quais análises foram realizadas para cada variável coletada no presente trabalho.

3.4.1 Característica amostrais

Uma vez atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância utilizamos uma ANOVA one way para identificar se alguma das variáveis (estatura, massa corporal e idade) apresentava diferença entre grupos. Os diferentes grupos (CCS x CCNS x GC) foram considerados como o fator para esta análise.

3.4.2 Percepção subjetiva de esforço

Para a PSE de cada momento (semana), foi considerada a média ponderada da PSE das três sessões de treinamento realizadas na respectiva semana. Os dados foram analisados através de uma ANOVAs two way — tendo como fatores grupos (CCS, CCNS) e momentos (semana 1, semana 2, semana 3, semana 4), sendo o fator momento tratado como medida repetida — para conferir se a PSE foi diferente entre grupos ou entre as 4 semanas de treinamento.

3.4.3 Comprometimento com o protocolo de treinamento

Para comparar o nível de comprometimento ao protocolo de treinamento entre os grupos treinados, utilizamos o teste de Qui-quadrado com o valor de $X^2_t = 3,84$.

3.4.4 Volume de treinamento

Para comparar o volume de treinamento entre os grupos treinados utilizamos o teste de T-Student. Considerado que o grupo CCS executou 100% do volume do treinamento esperado, o parâmetro de comparação entre grupos treinados foi o volume total de treinamento do grupo CCS.

3.4.5 Força Máxima, espessura e atividade mioelétrica.

Para a comparação das variáveis utilizamos ANOVAs two way e o Teste de Friedman uma vez que nem todas variáveis atenderam os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância (força e espessura dos extensores de cotovelo). Nestes testes, as variáveis dependentes consideradas foram a força e a espessura dos músculos flexores e extensores do cotovelo, além da magnitude da atividade mioelétrica normalizada dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial cabeça longa e tríceps braquial cabeça curta. Para cada uma das sete variáveis dependentes, foi realizada uma ANOVA ou um Teste de Friedman, tendo grupo (CCS x CCNS x GC) e momento (pré-intervenção x pós-intervenção) como fatores, sendo este último tratado como medidas repetidas. Quando se fez necessário, o teste de post-hoc de Bonferroni foi utilizado. Não houve a necessidade de realizar testes de post-hoc de Wilcoxon para as variáveis analisadas a partir do teste de Friedman.

4. RESULTADOS

4.1 Amostra

Os grupos eram semelhantes em relação à idade [$F(2,17) = 0,227$, $p = 0,799$], estatura [$F(2,17) = 0,637$, $p = 0,541$] e massa corporal [$F(2,17) = 0,305$, $p = 0,741$] conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra. Médias $\pm$ desvio padrão (DP) da idade, estatura e massa corporal dos diferentes grupos.

MEDIDA	Co-contração supervisionado (n=8)	Co-contração não supervisionado (n=6)	Controle (n=6)
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP
Idade (anos)	23,75 $\pm$ 4,27	24,83 $\pm$ 2,04	23,66 $\pm$ 3,14
Estatura (cm)	179,79 $\pm$ 7,69	175,50 $\pm$ 6,72	179,50 $\pm$ 8,19
Massa corporal (kg)	82,64 $\pm$ 12,45	78,80 $\pm$ 5,27	79,60 $\pm$ 9,02

4.2 Variáveis relativas ao treinamento

4.2.1 Percepção subjetiva de esforço

A Tabela 2 apresenta dados relativos à percepção subjetiva de esforço (PSE) logo após a sessão de treinamento dos participantes dos diferentes grupos, em diferentes momentos ao longo da intervenção. De acordo com as análises não foram encontradas diferenças significativas para grupo [$F(1,10)=0,031$, $p=0,863$, $\eta^2=0,003$, $\text{power}=0,053$], momento [$F(3,36)=1,301$, $p=0,285$, $\eta^2=0,098$, $\text{power}=0,209$], nem interação entre grupo e momento [$F(3,36)=2,300$, $p=0,144$, $\eta^2=0,161$, $\text{power}=0,336$].

Tabela 2. Intensidade do treinamento realizado pelos grupos CCS e CCNS.

GRUPO	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Co-contracção Supervisionado	6,29 ± 1,49	6,41 ± 1,5	6,37 ± 1,81	6,54 ± 1,92
Co-contracção Não Supervisionado	7,27 ± 1,85	6,88 ± 2,18	6,39 ± 2,48	5,77 ± 2,89

Médias ± desvio padrão (DP) da percepção subjetiva de esforço dos diferentes grupos durante as 4 semanas de treinamento.

4.2.2 Engajamento dos participantes durante o treinamento

A análise de Qui-quadrado não apresentou diferença significativa entre os valores de comprometimento ao treinamento dos grupos CCS e CCNS ($X^2 = 0,048$, $p = 0.825$ ($X^2 > \overline{X^2}$)). Entre os participantes do grupo CCS, 88% se declararam “totalmente comprometido” enquanto 12% se declararam “comprometido”. Por sua vez, 83% dos participantes do grupo CCNS se declararam “totalmente comprometido” e 17% se declararam “comprometidos”. Não houve declarações de comprometimento inferiores a “comprometido” entre os participantes dos grupos CCS e CCNS. Mesmo não havendo diferenças significativas entre grupos, o grupo CCS apresentou uma porcentagem de declaração de “totalmente comprometido” 5% maior comparado ao grupo CCNS conforme apresentado na Figura 3 (A e B).

(A) **Supervisionado**

(B) **Não Supervisionado**

Figura 3. Distribuição das declarações de comprometimento com o protocolo de treinamento do grupo de treinamento supervisionado (A) e do grupo de treinamento não supervisionado (B).

4.2.3 Volume de treinamento

O teste de T-Student apontou que ambos os grupos apresentaram volume de treinamento semelhante (t calculado = -1,000, p = 0,363).

4.3 Variáveis relativas aos momentos pré e pós treinamento

4.3.1 Força isométrica máxima

A Figura 4 e 5 apresentam os resultados de força máxima dos grupos flexores e extensores de cotovelo, nos momentos pré e pós intervenção. Em relação aos flexores de cotovelo, a ANOVA não apresentou diferenças significativas entre grupos [$F(1,17)=0,598$, $p=0,561$, $\eta^2=0,066$, $\text{power}=0,133$], momentos [$F(1,17)=0,715$, $p=0,409$, $\eta^2=0,040$, $\text{power}=0,126$], tampouco interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=0,971$, $p=0,399$, $\eta^2=0,103$, $\text{power}=0,191$]. Da mesma forma, não foram encontradas diferenças significativas entre grupos [$F(1,17)=0,373$, $p=0,694$, $\eta^2=0,042$, $\text{power}=0,100$], momentos [$F(1,17)=0,495$, $p=0,491$, $\eta^2=0,028$, $\text{power}=0,102$], ou interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=0,990$, $p=0,392$, $\eta^2=0,104$, $\text{power}=0,194$] quando analisada a força dos extensores de cotovelo. Embora não tenha ocorrido diferença estatística, os resultados sugerem diferentes comportamentos entre os grupos. Enquanto o pico de torque dos flexores de cotovelo variou negativamente no momento pós para os grupos GC (-7,66%) e CCNS (-2,57%), para o grupo CCS o pico de torque variou positivamente em 2,70%. Para os músculos extensores de cotovelo, este comportamento se repetiu, onde os grupos GC e CCNS apresentaram variação negativa do pico de toque (-7,52% e -4,34% respectivamente), enquanto o grupo CCS apresentou variação positiva do pico de toque (4,12%) pós intervenção.

Figura 4. Média, desvio padrão e comportamento individual do pico de torque dos flexores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção.

Figura 5. Média, desvio padrão e comportamento individual do pico de torque dos extensores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção.

4.3.2 Espessura muscular

Os valores relativos à espessura muscular pré e pós intervenção são apresentados nas figuras 5 e 6. Para a espessura muscular dos flexores de cotovelo, ANOVA indicou diferença entre grupos [$F(1,17)=8,014$, $p=0,004$, $\eta^2=0,485$, $\text{power}=0,915$], mas não revelou diferença entre momentos [$F(1,17)=0,961$, $p=0,341$, $\eta^2=0,053$, $\text{power}=0,152$], ou interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=2,389$, $p=0,122$, $\eta^2=0,219$, $\text{power}=0,416$]. Testes post hoc indicaram que, no momento pré intervenção, a espessura da musculatura flexora do grupo de treinamento não supervisionado era significativamente maior ($p = 0,006$, 14,7%) que a espessura do grupo treinamento supervisionado. Entre os demais grupos a espessura dos flexores de cotovelo não diferiu significativamente. Para os extensores de cotovelo, não foram encontradas diferenças significativas entre grupos [$F(1,17)=3,435$, $p=0,056$, $\eta^2=0,288$, $\text{power}=0,564$], momentos [$F(1,17)=0,005$, $p=0,946$, $\eta^2=0,000$, $\text{power}=0,050$], ou interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=0,129$, $p=0,879$, $\eta^2=0,015$, $\text{power}=0,067$]. Ao analisar a variação da espessura muscular entre os momentos pré e pós intervenção, é possível observar uma variação negativa da espessura dos músculos flexores de cotovelo entre os participantes dos grupos GC e CCNS de -7,74% (-2,72 mm) e -3,50% (-1,41 mm) respectivamente, enquanto o grupo CCS apresentou uma variação positiva da espessura muscular de 4,74% (1,60 mm) ao fim da intervenção. Com relação à espessura muscular dos extensores de cotovelo, o grupo GC apresentou uma variação positiva de 1,06% (0,35 mm), o grupo CCNS uma variação negativa de -1,93% (-0,73 mm) enquanto o CCS apresentou uma variação positiva de 1,62% (0,63 mm).

Figura 6. Média, desvio padrão e comportamento individual da espessura muscular em milímetros dos flexores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção. * Indica diferença significativa entre grupos ($p = 0,006$).

Figura 7. Média, desvio padrão e comportamento individual da espessura muscular em milímetros dos extensores de cotovelo dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos momentos pré e pós intervenção.

4.3.3 Atividade mioelétrica

As figuras 7, 8 e 9 apresentam os valores da atividade mioelétrica do bíceps braquial, do tríceps braquial cabeça curta e do tríceps braquial cabeça longa, respectivamente. Para a atividade mioelétrica do bíceps braquial, a ANOVA não apontou diferenças significativas entre grupos [$F(1,17)=1,312$, $p=0,295$, $\eta^2=0,134$, $\text{power}=0,245$], entre momentos [$F(1,17)=0,004$, $p=0,951$, $\eta^2=0,000$, $\text{power}=0,050$], ou interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=0,861$, $p=0,440$, $\eta^2=0,092$, $\text{power}=0,173$]. De forma semelhante, a ANOVA não apontou diferenças significativas entre grupos [$F(1,17)=0,034$, $p=0,967$, $\eta^2=0,004$, $\text{power}=0,054$], entre momentos [$F(1,17)=1,448$, $p=0,245$, $\eta^2=0,078$, $\text{power}=0,206$], ou interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=0,472$, $p=0,632$, $\eta^2=0,053$, $\text{power}=0,115$] para a atividade mioelétrica do tríceps braquial cabeça curta. Para a atividade mioelétrica da cabeça longa do tríceps braquial, a ANOVA não indicou diferenças para grupos [$F(1,17)=0,135$, $p=0,874$, $\eta^2=0,016$,

power=0,068], momentos [$F(1,17)=0,570$, $p=0,461$, $\eta^2=0,032$, power=0,110] ou interação entre grupos e momentos [$F(2,17)=0,196$, $p=0,824$, $\eta^2=0,023$, power=0,076]. Mesmo não apresentando diferenças estatísticas, os resultados dos grupos parecem apresentar diferentes comportamentos. Para o GC é possível observar quedas nos valores do RMS normalizado dos três músculos analisados (bíceps braquial -4,6%; tríceps braquial cabeça curta -4,4%; e tríceps braquial cabeça longa -2,7%). O grupo de treinamento CCNS apresentou um aumento de 0,5% no RMS normalizado do bíceps braquial, enquanto para o RMS normalizado do tríceps braquial foram registradas quedas de -7,5% e de -4,4% para a cabeça curta e para a cabeça longa, respectivamente. No que diz respeito ao grupo de treinamento CCS, o RMS normalizado do bíceps braquial apresentou um aumento de 4,61%, enquanto o RMS normalizado do tríceps braquial cabeça curta e cabeça longa sofreram variações percentuais menores que 0,1%.

Figura 8. Magnitude da atividade mioelétrica normalizada do músculo bíceps braquial dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos diferentes momentos (pré e pós intervenção).

Figura 9. Magnitude da atividade mioelétrica normalizada do músculo tríceps braquial cabeça dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos diferentes momentos (pré e pós intervenção).

Figura 10. Magnitude da atividade mioelétrica normalizada do músculo tríceps braquial cabeça longa dos grupos treinamento de co-contracção supervisionado (CCS), treinamento de co-contracção não supervisionado (CCNS) e controle (GC), nos diferentes momentos (pré e pós intervenção).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo buscou entender o efeito de quatro semanas de treinamento de co-contracção com e sem supervisão, sobre a força máxima, a atividade mioelétrica e a espessura muscular dos músculos flexores e extensores de cotovelo, durante um período de suspensão do treinamento de força convencional em indivíduos treinados. Embora a literatura já tenha exibido os possíveis benefícios desta forma de treinamento (MACKENZIE; RANNELLI; YURCHEVICH, 2010; MAEO et al., 2014a), o presente estudo buscou elucidar a eficiência do treinamento de co-contracção em indivíduos treinados, em diferentes condições de supervisão. De acordo com a hipótese apresentada, esperava-se que os níveis de força muscular, da espessura muscular e da atividade mioelétrica se mantivessem após um período de quatro semanas nos grupos que passaram pela intervenção de treinamento de co-contracção. Entretanto não foi possível confirmar esta hipótese frente a ausência de diferenças significativas entre os diferentes grupos de treinamento e o grupo controle após a intervenção.

Ainda assim, ao observarmos a responsividade dos indivíduos ao treinamento, os resultados apontam diferentes comportamentos entre as variáveis investigadas. Os valores do pico de torque do grupo controle seguiram um comportamento próximo ao que parte da literatura aponta (HORTOBÁGYI et al., 1993; GONDIN et al., 2006; SOUSA et al., 2018) para indivíduos que interrompem o treinamento de força por até quatro semanas. A queda dos valores do pico de torque máximo de flexão e de extensão muscular de nossos participantes do grupo controle, alcançaram valores de -5,9 N.m e -5,2 N.m, que corresponde a uma perda de 7,7% e 7,5% de força, respectivamente. De acordo com a literatura, parece não haver um consenso em relação à diminuição da força em períodos de 4 semanas de destreino (ISHIDA; MORITANI; ITOH, 1990; HATHER et al., 1991; GONDIN et al., 2006; GASPARETE et al., 2010; CHAOUACHI et al., 2018; SOUSA et al., 2018). Segundo os estudos que apresentaram efeitos deletérios do destreino sobre a força muscular (HÄKKINEN; KOMI, 1983; HÄKKINEN; PAAVO V., 1985; GONDIN et al., 2006; CHAOUACHI et al., 2018; SOUSA et al., 2018), podem ocorrer declínios de 3,1% a 11,5% da força máxima durante um período de 4 semanas. Em contrapartida Ishida, Moritani e Itoh (1990) observaram um aumento do pico de torque de 22,5% após quatro semanas de destreino. De acordo com autores esse fenômeno provavelmente se deu por adaptações tardias do retículo sarcoplasmático quanto a sua capacidade de liberação de cálcio. Entretanto os próprios autores reforçaram que é necessária

uma investigação mais aprofundada para confirmar essa teoria. Os diferentes resultados reportados na literatura podem ser a consequências de diferentes intervenções pré-destreino e de diferentes intervenções durante o período de destreino. Apesar de os estudos de Sousa et al. (2018), Chaouachi et al. (2018) e Hakkinen e colaboradores (1983, 1985), analisarem alterações da força muscular do membro inferior dos participantes, são claras as diferenças entre as características das amostras de participantes, do volume de treinamento, da intensidade de treinamento, e da proposta de treinamento pré-destreino entre os diferentes estudos. Sendo assim, os diferentes comportamentos da força muscular após um período de destreino podem ser advindos da disparidade de condições que os participantes envolvidos foram submetidos.

Por sua vez, os dados de força do grupo de treinamento sem supervisão, apresentaram um comportamento similar ao do grupo controle. Mesmo tendo praticado o mesmo volume de treinamento ($p = 0,36$) com percepção subjetiva de esforço semelhante ao grupo supervisionado ($p = 0,86$), o grupo não supervisionado apresentou uma variação negativa da força dos flexores de cotovelo de - 2,6% e dos extensores de cotovelos de - 4,3% no momento pós intervenção. Em contrapartida, o grupo que recebeu orientação profissional durante todas as sessões de treinamento, apresentou uma variação positiva da força dos flexores de cotovelo de 2,7% e dos extensores de cotovelos de 4,1% comparado aos seus valores iniciais. A divergência do comportamento dos grupos com e sem supervisão pode ser explicada por diferentes fatores já mencionados na literatura (MAZZETTI et al., 2000; COUTTS; MURPHY; DASCOMBE, 2004; GENTIL; BOTTARO, 2010; OSHITA et al., 2016). De acordo com estudos anteriores, a supervisão e a quantidade de supervisão oferecida ao longo de um protocolo influenciam diretamente na evolução do ganho de força muscular ao longo de um período (MAZZETTI et al., 2000; GENTIL; BOTTARO, 2010), uma vez que indivíduos supervisionados tendem a iniciarem o treinamento em intensidades superiores (RATAMESS et al., 2008), apresentam uma progressão de intensidade superior (MAZZETTI et al., 2000) e compreendem melhor como executar os exercícios propostos da intervenção (OSHITA et al., 2016). Ademais, Hillmann e Pearson (1995) sugerem que a falta de supervisão pode levar o praticante a não respeitar variáveis como controle do tempo de descanso. Assim, a diferente disponibilidade de supervisão pode ter afetado no entendimento da tarefa a ser realizada (co-contracção na intensidade correta), e no controle de variáveis intrínsecas do treinamento. A disparidade na variação do pico de torque (pré versus pós intervenção) entre os participantes do grupo não supervisionado e do grupo supervisionado reforçam as afirmações da literatura. Enquanto a

maior parte dos indivíduos do grupo supervisionado apresentaram variação positiva para o pico de torque (tanto dos flexores quanto dos extensores de cotovelo), no grupo não supervisionado apenas metade dos participantes apresentou ganhos do pico de torque, enquanto a outra metade apresentou declínios no pico de torque muscular para os dois grupos musculares investigados. Além de que, mesmo não havendo diferença significativa de comprometimento ao treinamento entre os grupos, a incidência entre indivíduos “totalmente comprometidos” foi 5% superior no grupo supervisionado. Assim, se torna questionável se o comprometimento observado no grupo não supervisionado, poderia ser um fator contribuinte para a disparidade da variação do pico de torque, em comparação ao grupo supervisionado. Portanto, mesmo a estatística não tendo apontado diferenças significativas do pico de torque entre os grupos treinados, a variação dos dados destes grupos pode ter sido resultado da presença/ausência de supervisão. Ainda, vale a pena destacar que, pequenas variações positivas da força muscular com as encontradas em nossos resultados do grupo supervisionado, podem ser de grande importância para o praticante do treinamento de força. De acordo com alguns estudos encontrados na literatura, atletas de alto nível podem sofrer declínio de 2 a 7% nos valores de força com interrupções do treinamento de duas semanas (HORTOBÁGYI et al., 1993), e de até 8,9% em cinco semanas de destreino (GARCÍA-PALLARÉS et al., 2009). Em casos como o levantamento olímpico, onde a força é de grande importância, essas quedas de força em períodos de destreino de 2 semanas podem chegar a 6% (KORDI; SIAHKOHIAN, 2001). Dado que em algumas modalidades esportivas como o levantamento olímpico, a diferença entre o resultado do vencedor e do segundo colocado em uma competição mundial chega a ser menor que 1% (MAISON DU SPORT INTERNATIONAL, 2016), fica evidente a importância da manutenção e melhoria da força muscular, mesmo que estes valores não apresentem diferença estatística.

Os resultados relativos à espessura muscular apresentaram um comportamento semelhante ao do pico de torque. Apesar de os resultados não apresentarem diferença estatística, os dados do grupo de treinamento supervisionado apresentaram alterações percentuais positivas após o período de treinamento (flexores de cotovelo: +4,74%; extensores de cotovelo +1,62%) enquanto o grupo não supervisionado apresentou alterações percentuais negativas na espessura muscular em ambos grupos musculares (flexores de cotovelo: -3,50%; extensores de cotovelo -1,93%). Mesmo não havendo diferenças significativas entre momentos, as variações de espessura pós treino observadas nos grupos treinados (CCS e CCNS), tanto para os flexores e extensores de cotovelo, também podem ter sido influenciadas pela supervisão profissional.

Como mencionado anteriormente, indivíduos supervisionados tendem a treinar em intensidades superiores, apresentam melhor progressão no treinamento e melhor compreensão dos exercícios propostos. Por consequência, indivíduos supervisionados tendem a apresentar melhores resultados (MAZZETTI et al., 2000; RATAMESS et al., 2008; OSHITA et al., 2016), assim como observado. Essa argumentação também é válida para interpretar os dados individuais dos participantes. Tanto para os flexores quando para os extensores de cotovelo, a maior parte dos indivíduos do grupo supervisionado apresentou ganhos de espessura muscular, enquanto no grupo sem supervisão a maioria dos participantes apresentou declínios das mesmas medidas. Ademais, entre os seis indivíduos do grupo não supervisionado, quatro deles (P9, P10, P12, P13) apresentaram declínios em ao menos três das quatro variáveis discutidas até o momento (pico de torque de flexores, pico de torque de extensores, espessura de flexores, espessura de extensores). Esse padrão observado entre determinados participantes do grupo sem supervisão, torna questionável se o grupo soube executar o treinamento como foi proposto.

Para o grupo controle, os flexores de cotovelo apresentaram uma variação negativa média de 2,72 milímetros (-7,74%) após as quatro semanas de treinamento (decréscimo superior ao grupo não supervisionado). Este resultado se encontra próximo aos resultados apresentados anteriormente pela literatura (MACDOUGALL et al., 1980; HORTOBÁGYI et al., 1993; YUE et al., 1997; GONDIN et al., 2006). Os estudos de Hortobagyi et al. (1993) e Gondin et al. (2006) investigaram o efeito do destreino sobre a seção transversa das fibras de contração rápida e sobre a secção transversa muscular total, respectivamente. Os resultados de Hortogagyi et al. (1993), apontaram que após duas semanas de destreino, houve um declínio de 3% na área relativa as fibras de contração rápida do músculo vasto lateral, enquanto os resultados de Gondin et al. (2006) apontam um declínio de 6,4% na área total da secção transversa do vasto lateral após quatro semanas de destreino. Embora ambos os estudos tenham apresentado resultados próximos dos encontrados no presente trabalho, a musculatura do vasto lateral explorada por Hortobagyi et al. (1993) e Gondin et al. (2006), mesmo sem treinamento, participa ativamente em tarefas diárias como na marcha e no equilíbrio estático do indivíduo (BIEWENER, 2016). Ainda assim, Yue et al. (1997) apontam que o destreino de período semelhantes ao do presente trabalho parece induzir decréscimos de -11,2% à -3,9% sobre secção transversa total dos flexores e extensores de cotovelo, respectivamente. Dessa forma nosso resultado parece não extrapolar os valores reportado pela literatura. Apesar de o estudo de Yue et al. (1997) ter encontrado maiores declínios na espessura dos flexores comparado aos

nossos resultados (11,2% vs 7,74%), seus participantes tiveram o cotovelo imobilizado por um gesso durante todo período de destreino, o que pode ter contribuído para o valor mais acentuado de diminuição da espessura deste grupo muscular. Ainda, observamos que o indivíduo 16 (integrante do grupo controle) apresentou um declínio incompatível com os valores reportados na literatura (-21,86%). Entretanto, ao conferir os dados desse indivíduo não foram encontrados possíveis erros de medidas, declaração de nenhuma disfunção fisiológica ou outros motivos e evidências que possam ter levado a esse comportamento de seus valores. Apesar do comportamento incerto da espessura muscular dos flexores de cotovelo deste participante, é inegável que seus valores afetaram o comportamento da média do grupo. Se o participante 16 fosse desconsiderado da amostra, o decréscimo médio da espessura dos flexores de cotovelo do grupo passaria de - 7,74% para -4,21%.

Por sua vez, os extensores de cotovelo dos participantes do grupo controle apresentaram alteração positiva de 0,35 milímetros (1,06%) após o período de destreino. Algumas possibilidades podem ser consideradas para o leve aumento da espessura muscular entre os diferentes momentos, como a prática de atividades físicas entre algum(s) participante(s) que envolviam esforço desse grupo muscular, durante o período de destreino. De acordo de Yasuda et al. (2015) e Gavanda et al. (2020), períodos similares de destreino (três semanas) podem desencadear declínios entre 0% e 2,1% na secção transversa do tríceps braquial. A disparidade apresentada em nossos resultados (aumento de 1,22% da espessura de flexores) pode ter se dado pela falta de controle das diferentes atividades diárias dos nossos participantes do grupo controle. Apesar de buscarmos controlar as atividades físicas dos nossos voluntários durante o destreino, o estudo se limitou em confiar nos recordatórios de atividades preenchido pelo voluntário. Neste recordatório, os próprios participantes declararam quais atividades fizeram e em qual quantidade e frequência praticaram aquela atividade. Mesmo instruídos a evitarem qualquer tipo de treinamento, não se pode afirmar com certeza absoluta que os voluntários do grupo controle evitaram alguma rotina de atividades físicas que envolviam seus membros superiores. Como exemplo, o participante 16, apresenta um o aumento de 7,5% de espessura dos extensores, um incremento superior comparado aos valores dos demais participantes do grupo. Este participante em questão declarou que participou de algumas atividades físicas vigorosas (construção civil) durante o período, porém não especificou exatamente a frequência da prática dessas atividades. Dessa forma, se considerássemos que este indivíduo não cumpre as exigências do grupo controle e descartássemos seus dados, o grupo controle apresentaria um

declínio de 0,25% da espessura dos extensores de cotovelo, um resultado mais próximo ao reportado nos estudos de Yasuda et al. (2015) e Gavanda et al. (2020). Entretanto mesmo este participante 16 tendo apresentado um comportamento incerto de espessura muscular para ambos flexores e extensores de cotovelo, o mesmo não foi apontado como outlier dentro dos padrões estabelecidos em nosso tratamento de dados. Ainda, os resultados apresentados pelos diferentes grupos nos leva a ressaltar a importância da manutenção ou do mínimo aumento da espessura muscular. Apesar de as medidas de espessura muscular apresentarem variações milimétricas nos diferentes grupos, evitar pequenos declínios da espessura muscular pode ser de grande valia para determinados indivíduos treinados como os fisiculturistas. Mesmo as alterações de espessura parecerem pequenas, vale lembrar que a espessura retrata o diâmetro de uma área quase esférica (secção transversa do membro superior). Assim, se consideramos um membro superior com uma circunferência semi-esférica de aproximadamente 35 centímetros, o acréscimo de quatro milímetros na espessura de algum grupo muscular deste membro, poderia surtir um aumento de aproximadamente três centímetros na circunferência do membro. Logo, em casos como o fisiculturismo onde são avaliadas características como o volume, a proporção e a aparência muscular (SANTONJA, 2018), as sutis variações da espessura muscular, mesmo que não estatisticamente significativas, podem determinar quem subirá ou não ao pódio.

Por sua vez, resultados estatísticos sobre a atividade elétrica dos grupos musculares observados, parece sinalizar a manutenção do recrutamento muscular de extensores e flexores de cotovelo nos grupos analisados. Embora não tenha ocorrido diferenças significativas entre momentos e grupos, os valores médios observados nos grupos para cada momento sugerem um padrão de mudança semelhante ao da força máxima. Para o grupo controle, os músculos bíceps braquial e tríceps braquial - cabeça longa e cabeça curta - apresentaram variação negativa de seus valores de atividade mioelétrica de -4,6% -4,4% e -2,7% respectivamente. Nossos resultados vão ao encontro aos apresentados em trabalho anteriores (HORTOBÁGYI et al., 1993; YUE et al., 1997; GONDIN et al., 2006). Após um período de destreino semelhante, estudos prévios revelaram uma queda entre 3% e 10 % da atividade mioelétrica nos músculos bíceps braquial, bíceps femoral, vasto lateral, vasto medial e reto femoral (HORTOBÁGYI et al., 1993; YUE et al., 1997; GONDIN et al., 2006). Yue et al. (1997) investigaram os efeitos do destreino no membro superior e observaram declínios de 10% na atividade mioelétrica do bíceps braquial após 4 semanas de imobilização do cotovelo. Muito embora os estudos citados

tenham realizado ensaios com diferentes musculaturas e propostas (imobilização), os resultados citados apresentam uma faixa de declínio da atividade mioelétrica compatível aos resultados encontrados no presente estudo. Embora não tenha sido observada diferença estatística, baseado no padrão observado parece razoável sugerir a possibilidade que o decréscimo na atividade mioelétrica possa estar associado a alterações do drive neural, como já demonstrado por estudo anterior em condições semelhantes (GONDIN et al., 2006).

Por sua vez a atividade mioelétrica dos grupos que treinaram apresentou um comportamento diferente ao do grupo controle. Ao passo que o grupo controle apresentou variações negativas da atividade mioelétrica em todos os músculos, nos grupos de treinamento a atividade mioelétrica de ao menos um dos músculos variou positivamente. No grupo não supervisionado, o bíceps braquial, apresentou variação positiva da atividade mioelétrica de 0,5 %, enquanto para ambas porções do tríceps braquial, curta e longa, sofreram variações negativas de -7,5% e -4,4% da atividade mioelétrica, respectivamente. O grupo de treinamento de co-contração supervisionado por sua vez, além de apresentar variação positiva de 4,6% na atividade mioelétrica normalizada do bíceps braquial, apresentou variações percentuais na atividade mioelétrica normalizadas de ambas cabeças do tríceps braquial menores que 0,1%. O diferente comportamento dos dados dos grupos treinados pode ter ocorrido devido aos mesmos motivos reportados por Oshita e colaboradores (2016). No estudo de Oshita et al.(2016), participantes com experiência na realização do agachamento livre com e sem supervisão responderam um questionário sobre quais segmentos corporais eles reconheciam ser treinados durante o agachamento livre. De acordo com os autores, os participantes que não receberam supervisão durante o movimento, parecem não ter treinado de forma consciente a musculatura responsável pela extensão de quadril (glúteos), bem como os músculos flexores do joelho (isquiotibiais). Em contrapartida, os participantes supervisionados reconheciam que para realizar o agachamento livre de forma correta, os músculos da região glútea e da região posterior da coxa deveriam ser enfatizados. Assim a falta de supervisão durante o treinamento de co-contração pode ter contribuído para uma menor compreensão de como a tarefa de co-contração proposta deveria ser realizada. Embora não seja possível afirmar que a compreensão da tarefa de co-contração foi menor entre os participantes não supervisionados, devemos considerar essa possibilidade frente às possíveis interferências negativas que a falta de interpretação e a realização errônea do protocolo podem trazer ao resultado. Se nossos participantes não supervisionados foram afetados de forma semelhante aos participantes de Oshita e

colaboradores (2016), podemos supor que durante o treinamento proposto eles recrutaram a musculatura dos extensores de cotovelo em magnitudes menores comparados aos valores apresentados pela literatura (TYLER; HUTTON, 1986; SERRAU et al., 2012; MAEO et al., 2014b). Essa menor magnitude de recrutamento pode não ter surtido estímulos metabólicos suficientes para manter ou acrescentar adaptações neuromusculares. A possibilidade de a supervisão ter interferido no resultado é reforçada ao observar os dados do grupo de treinamento de co-contração supervisionado. Os participantes do grupo supervisionado, os quais praticaram o treinamento de força exatamente como proposto no protocolo de treinamento, além de apresentarem um incremento no recrutamento do bíceps, não demonstraram variações negativas no recrutamento do tríceps braquial.

Por fim, é importante ressaltar que ao observamos as variações individuais dentro de cada grupo, podemos notar que o grupo de treinamento supervisionado apresentou majoritariamente variações individuais positivas ao longo das variáveis neuromusculares investigadas (força, espessura e atividade eletromiográfica). Em contrapartida os grupos de treinamento não supervisionado e o grupo controle, apresentaram predominantemente variações individuais negativas ao longo das mesmas variáveis neuromusculares. O distinto comportamento dos resultados dos grupos nos leva a acreditar que com maior amostragem, possivelmente observaríamos incrementos significativos nas variáveis do grupo supervisionado, uma provável manutenção dos valores no grupo não supervisionado, e um decaimento da força, espessura e atividade mioelétrica no grupo controle. Entretanto, devido a ausência de diferenças estatísticas não é possível afirmar que a supervisão profissional torna o treinamento de co-contração eficiente a ponto de evitar o declínio significativo das variáveis investigadas.

Durante o período final do processo de coleta de dados, enfrentamos um grande isolamento social que impossibilitou atingirmos o tamanho amostral inicialmente pretendido. Dessa forma, acreditamos que o pequeno tamanho amostral e os grandes desvios padrão apresentados contribuíram para a ausência de diferença significativa nos testes estatísticos empregados. Identificamos também que, a ausência de métodos para mensurar a intensidade de treinamento durante as sessões de co-contração, como por exemplo a captura do recrutamento muscular durante o treino, também pode ser apontado como uma limitação. Apesar de os indivíduos terem declarado a PSE após cada sessão de treinamento, esta medida é subjetiva e pode não refletir a real magnitude de recrutamento muscular do indivíduo. A ausência de dados

sobre o comportamento alimentar dos indivíduos durante o período de intervenção também pode ser reconhecida com uma limitação deste estudo. A utilização de um recordatório alimentar dos participantes, poderia ter auxiliado a entender a disparidade de resultados individuais apresentados para força e espessura muscular. Outra limitação apresentada se deu em relação à utilização da eletromiografia em apenas três músculos do braço dos participantes. Uma vez que diversos outros músculos participam na extensão e flexão do cotovelo, assim como na estabilização da articulação do ombro, os resultados apresentados do recrutamento eletromiográfico e da espessura muscular apresentam apenas uma parcela dos efeitos desta intervenção sobre os diversos músculos envolvidos no treinamento de co-contracção realizado. Estudos futuros poderiam explorar como as limitações apontadas na presente pesquisa interferem no efeito do treinamento de co-contracção de membros superiores em indivíduos treinados, sobre variáveis neuromusculares com a força, a espessura e o recrutamento muscular.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo apresenta importantes aspectos relativos ao treinamento de co-contracção em indivíduos treinados, sob diferentes condições de supervisão. Inicialmente, o trabalho indica que após o período de intervenção nenhuma das variáveis investigadas sofreu alteração estatística significativa. Ademais, os diferentes protocolos de supervisão durante o treinamento de co-contracção parecem não surtir efeitos significativos no resultado final. Por fim, o estudo observou que em contraste aos demais grupos, o grupo de treinamento supervisionado apresentou majoritariamente variações individuais positivas nas variáveis neuromusculares investigadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P.; ANDERSEN, J. L.; DYHRE-POULSEN, P.; LEFFERS, A. M.; WAGNER, A.; MAGNUSSON, S. P.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; SIMONSEN, E. B. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **The Journal of Physiology**, v. 534, n. 2, p. 613–623, 2001.

ABE, T.; DEHOYOS, D. V.; POLLOCK, M. L.; GARZARELLA, L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 81, n. 3, p. 174, 2000.

ABERNETHY, P.; WILSON, G.; LOGAN, P. Strength and power assessment. Issues, controversies and challenges. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 19, n. 6, p. 401-417, 1995.

ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 2, p. 359–369, 2017.

ASSUNÇÃO, A. R.; BOTTARO, M.; FERREIRA-JUNIOR, J. B.; IZQUIERDO, M.; CADORE, E. L.; GENTIL, P. The Chronic Effects of Low- and High-Intensity Resistance Training on Muscular Fitness in Adolescents. **PLoS ONE**, v. 11, n. 8, p. 1–11, 2016.

BAKER, D. Science and Practice of Coaching a Strength Training Program for Novice and Intermediate-Level Athletes. **Strength & Conditioning Journal**, v. 23, n. 2, p. 61–68, 2001.

BEHM, D. G. Neuromuscular implications and applications of resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 9, p. 264–279, 1995.

BIEWENER, A. A. Locomotion as an emergent property of muscle contractile dynamics. **The Journal of Experimental Biology**, v. 219, n. 2, p. 285–294, 2016.

BORG, G. **Borg's Perceived Exertion and Pain Scales**. Campaing, IL: Human Kinetics, 1998.

BOSQUET, L.; BERRYMAN, N.; DUPUY, O.; MEKARY, S.; ARVISAIS, D.; BHERER, L.; MUJICA, I. Effect of training cessation on muscular performance: a meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 23, n. 3, p. e140-149, 2013.

BOTTINELLI, R.; PELLEGRINO, M. A.; CANEPARI, M.; ROSSI, R.; REGGIANI, C. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 9, n. 2, p. 87–95, 1999.

BRASS, M.; EICKHOFF-SHEMEK, J.; EPLEY, B.; HERBERT, D.; S, J. O.; PEARSON, D. R.; PLISK, S.; WATHEN, D. Strength and Conditioning Professional Standards. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 48, 2001.

BRENNECKE, A.; GUIMARAES, T. M.; LEONE, R.; CADARCI, M.; MOCHIZUKI, L.; SIMÃO, R.; AMADIO, A. C.; SERRAO, J. C. Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1933–1940, 2009.

BROOK, M. S.; WILKINSON, D. J.; SMITH, K.; ATHERTON, P. J. The metabolic and temporal basis of muscle hypertrophy in response to resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 6, p. 633–644, 2016.

BUTLER, H. L.; HUBLEY-KOZEY, C. L.; KOZEY, J. W. Changes in electromyographic activity of trunk muscles within the sub-acute phase for individuals deemed recovered from a low back injury. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 2, p. 369–377, 2013.

CHAOUACHI, A.; BEN OTHMAN, A.; MAKHLOUF, I.; YOUNG, J. D.; GRANACHER, U.; BEHM, D. G. Global Training Effects of Trained and Untrained Muscles With Youth Can be Maintained During 4 Weeks of Detraining. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 10, p. 2788-2800, 2018.

CHARLTON, R.; GRAVENOR, M. B.; REES, A.; KNOX, G.; HILL, R.; RAHMAN, M. A.; JONES, K.; CHRISTIAN, D.; BAKER, J. S.; STRATTON, G.; BROPHY, S. Factors associated with low fitness in adolescents – A mixed methods study. **BMC Public Health**, v. 14, n. 1, p. 764, 2014.

CORATELLA, G.; SCHENA, F. Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 11, p. 1184–1189, 2016.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: Part 1- Biological basis of maximal power production. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 41, n. 1, p. 17–38, 2011.

COUNTS, B. R.; BUCKNER, S. L.; DANKEL, S. J.; JESSEE, M. B.; MATTOCKS, K. T.; MOUSER, J. G.; LAURENTINO, G. C.; LOENNEKE, J. P. The acute and chronic effects of “NO LOAD” resistance training. **Physiology & Behavior**, v. 164, p. 345–352, 2016.

COUNTS, B. R.; BUCKNER, S. L.; MOUSER, J. G.; DANKEL, S. J.; JESSEE, M. B.; MATTOCKS, K. T.; LOENNEKE, J. P. Muscle growth: To infinity and beyond? **Muscle & Nerve**, v. 56, n. 6, p. 1022–1030, 2017.

COUTTS, A. J.; MURPHY, A. J.; DASCOMBE, B. J. Effect of Direct Supervision of a Strength Coach on Measures of Muscular Strength and Power in Young Rugby League Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 316-323, 2004.

DALAGER, T.; BREDAHL, T. G. V.; PEDERSEN, M. T.; BOYLE, E.; ANDERSEN, L. L.; SJØGAARD, G. Does training frequency and supervision affect compliance, performance and muscular health? A cluster randomized controlled trial. **Manual Therapy**, v. 20, n. 5, p. 657–665, 2015.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle

hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 3, p. 485–500, 2018.

DE LUCA, C.J., LEFEVER, R.S., MCCUE, M.P., XENAKIS, A.P. Behaviour of human motor units in different muscles during linearly varying contractions. **The Journal of Physiology**, v. 329, n.1, p. 113-128, 1982.

DE LUCA CJ, ERIM Z. Common drive in motor units of a synergistic muscle pair. **Journal of Neurophysiology**, v. 87, n. 4, p. 2200-2204, 2002.

DOUGLAS, J.; PEARSON, S.; ROSS, A.; MCGUIGAN, M. Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses. **Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 663–675, 2017.

DRISS, T.; SERRAU, V.; BEHM, D. G.; LESNE-CHABRAN, E.; LE PELLECMULLER, A.; VANDEWALLE, H. Isometric training with maximal co-contraction instruction does not increase co-activation during exercises against external resistances. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 1, p. 60–69, 2014.

EVANS, J. W. Periodized Resistance Training for Enhancing Skeletal Muscle Hypertrophy and Strength: A Mini-Review. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 2019.

FAHEY, T.; INSEL, P.; ROTH, W.; INSEL, C. Principles of Physical Fitness. In: **Fit and Well: Core Concepts and Labs in Physical Fitness and Wellness**. 13. ed. Boston, MA: McGraw-Hill, 2019. p. 28–59.

FIGUEIREDO, V. C.; MCCARTHY, J. J. Regulation of Ribosome Biogenesis in Skeletal Muscle Hypertrophy. **Physiology**, v. 34, n. 1, p. 30–42, 2019.

FINK, J.; SCHOENFELD, B. J.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 5, p. 597–605, 2018.

FLECK, S.; KRAEMER, W. **Designing Resistance Training Programs**. 4. ed.ampaign, IL: Human Kinetics, 2014.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The Adaptations to Strength Training. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 145–168, 2007.

FRENCH, H. P.; HUANG, X.; CUMMISKEY, A.; MELDRUM, D.; MALONE, A. Normalisation method can affect gluteus medius electromyography results during weight bearing exercises in people with hip osteoarthritis (OA): A case control study. **Gait & Posture**, v. 41, n. 2, p. 470–475, 2015.

GARCÍA-PALLARÉS, J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; PÉREZ, C. E.; IZQUIERDO-GABARREN, M.; IZQUIERDO, M. Physiological Effects of Tapering and Detraining In World-Class Kayakers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, p. 1, 2009.

GASPARETE, L. F.; D'ARTAGNAN, R. B.; BORGES, J.; SIMÃO, R.; FERMINO, R. C. Comportamento da força muscular após três semanas de destreinamento em adultos jovens. **Brazilian Journal of Science and Movement**, v. 18, n. 1, p. 19–25, 2010.

GAVANDA, S.; GEISLER, S.; QUITMANN, O. J.; BAUHAUS, H.; SCHIFFER, T. Three Weeks of Detraining Does Not Decrease Muscle Thickness, Strength or Sport Performance in Adolescent Athletes. **International Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 6, p. 633–644, 2020.

GENTIL, P.; BOTTARO, M. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 639–643, 2010.

GENTIL, P.; BOTTARO, M.; NOLL, M.; WERNER, S.; VASCONCELOS, J. C.; SEFFRIN, A.; CAMPOS, M. H. Muscle activation during resistance training with no external load - effects of training status, movement velocity, dominance, and visual feedback. **Physiology & Behavior**, v. 179, p. 148–152, 2017.

GLASS, S. C.; STANTON, D. R. Self-Selected Resistance Training Intensity in Novice Weightlifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 324, 2004.

GONDIN, J.; GUETTE, M.; BALLAY, Y.; MARTIN, A. Neural and muscular changes to detraining after electrostimulation training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 2, p. 165–173, 2006.

GONZALEZ, A. M. Acute Anabolic Response and Muscular Adaptation After Hypertrophy-Style and Strength-Style Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 10, p. 2959–2964, 2016.

GUTIN, B.; KASPER, M. J. Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention? A review. **Osteoporosis International**, v. 2, n. 2, p. 55–69, 1992.

HÄKKINEN, K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 29, n. 1, p. 9–26, 1989.

HÄKKINEN, K.; ALÉN, M.; KOMI, P. V. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 125, n. 4, p. 573–585, 1985.

HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V.; TESCH, P. A. Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. **Scandinavian Journal of Sports Science**, v. 3, p. 50–58, 1981.

HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V.; ALÉN, M. Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 125, n. 4, p. 587–600, 1985.

HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V. Electromyographic changes during strength training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 15, n. 6, p. 455–460, 1983.

HÄKKINEN, K.; PAAVO V., K. Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. **Scandinavian Journal of Sports Science**, v. 7, n. 2, p. 55–64, 1985.

HARRIDGE, S. D. R.; KRYGER, A.; STENSGAARD, A. Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. **Muscle & Nerve**, v. 22, n. 7, p. 831–839, 1999.

HATHER, B. M.; TESCH, P. A.; BUCHANAN, P.; DUDLEY, G. A. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 143, n. 2, p. 177–185, 1991.

HAUN, C. T.; VANN, C. G.; OSBURN, S. C.; MUMFORD, P. W.; ROBERSON, P. A.; ROMERO, M. A.; FOX, C. D.; JOHNSON, C. A.; PARRY, H. A.; KAVAZIS, A. N.; MOON, J. R.; BADISA, V. L. D.; MWASHOTE, B. M.; IBEANUSI, V.; YOUNG, K. C.; ROBERTS, M. D. Muscle fiber hypertrophy in response to 6 weeks of high-volume resistance training in trained young men is largely attributed to sarcoplasmic hypertrophy. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, p. e0215267, 2019.

HEALD, J. B.; FRANKLIN, D. W.; WOLPERT, D. M. Increasing muscle co-contraction speeds up internal model acquisition during dynamic motor learning. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 16355, 2018.

HILLMANN, A.; PEARSON, D. R. Supervision: The Key to Strength Training Success. **Strength & Conditioning Journal**, v. 17, n. 5, p. 67–71, 1995.

HOAGLIN, D. C.; IGLEWICZ, B. Fine tuning some resistant rules for outlier labeling. **Journal of American Statistical Association**, v. 82, p. 1147–1149, 1987.

HORTOBÁGYI, T.; HOUMARD, J. A.; STEVENSON, J. R.; FRASER, D. D.; JOHNS, R. A.; ISRAEL, R. G. The effects of detraining on power athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 8, p. 929–935, 1993.

HORTOBÁGYI, T.; SOLNIK, S.; GRUBER, A.; RIDER, P.; STEINWEG, K.; HELSETH, J.; DEVITA, P. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation. **Gait & Posture**, v. 29, n. 4, p. 558–564, 2009.

HURLEY, B. F.; HAGBERG, J. M.; GOLDBERG, A. P.; SEALS, D. R.; EHSANI, A. A.; BRENNAN, R. E.; HOLLOSZY, J. O. Resistive training can reduce coronary risk factors without altering &OV0312;O₂max or percent body fat. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 20, n. 2, p. 150–154, 1988.

HWANG, P. S.; ANDRE, T. L.; MCKINLEY-BARNARD, S. K.; MORALES MARROQUÍN, F. E.; GANN, J. J.; SONG, J. J.; WILLOUGHBY, D. S. Resistance Training-Induced Elevations in Muscular Strength in Trained Men Are Maintained After 2 Weeks of Detraining and Not Differentially Affected by Whey Protein Supplementation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 4, p. 869–881, 2017.

ILLERA-DOMÍNGUEZ, V.; NUEL, S.; CARMONA, G.; PADULLÉS, J. M.; PADULLÉS, X.; LLORET, M.; CUSSÓ, R.; ALOMAR, X.; CADEFEAU, J. A. Early Functional and Morphological Muscle Adaptations During Short-Term Inertial-Squat Training. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 2018.

ISHIDA, K.; MORITANI, T.; ITOH, K. Changes in voluntary and electrically induced contractions during strength training and detraining. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 60, n. 4, p. 244–248, 1990.

IVEY, F. M.; TRACY, B. L.; LEMMER, J. T.; NESSAIVER, M.; METTER, E. J.; FOZARD, J. L.; HURLEY, B. F. Effects of Strength Training and Detraining on Muscle Quality: Age and Gender Comparisons. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 3, p. B152–B157, 2000.

JAAFAR, H. Maximal voluntary co-contraction task: potential utility for individuals in microgravity. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 44, n. 3, p. 240–241, 2016.

JOANISSE, S.; LIM, C.; MCKENDRY, J.; MCLEOD, J. C.; STOKES, T.; PHILLIPS, S. M. Recent advances in understanding resistance exercise training-induced skeletal muscle hypertrophy in humans. **F1000Research**, v. 9, p. 141, 2020.

JÚNIOR, H. J. C.; RODRIGUES, B.; GONÇALVES, I. de O.; UCHIDA, M. C. Effects of a short-term detraining period on muscle functionality and cognition of strength trained older women: a preliminary report. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 5, p. 559–567, 2017.

KIM, H.-G.; GUO, B.; NADER, G. A. Regulation of Ribosome Biogenesis During Skeletal Muscle Hypertrophy. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 47, n. 2, p. 91–97, 2019.

KOFFLER, K. H.; MENKES, A.; REDMOND, R. A.; WHITEHEAD, W. E.; PRATLEY, R. E.; HURLEY, B. F. Strength training accelerates gastrointestinal transit in middle-aged and older men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 4, p. 415–419, 1992.

KORDI, M. R.; SIAHKOHIAN, M. A survey on the effect of detraining on elite national team weightlifters performance and body composition. **HARAKAT**, n. 7, p. 51–66, 2001.

KRAEMER, W. J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; DUDLEY, G. A.; DOOLY, C.; FEIGENBAUM, M. S.; FLECK, S. J.; FRANKLIN, B.; FRY, A. C.; HOFFMAN, J. R.; NEWTON, R. U.; POTTEIGER, J.; STONE, M. H.; RATAMESS, N. A.; TRIPLETT-MCBRIDE, T.; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRENCH, D. N. Resistance Training for Health and Performance. **Current Sports Medicine Reports**, v. 1, n. 3, p. 165–171, 2002.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRY, A. C.; FRENCH, D. N. **Physiological Assessment of Human Fitness**. 2. ed. Campaing, IL: Human Kinetics, 2006.

LA SCALA TEIXEIRA, C. V.; MOTOYAMA, Y.; DE AZEVEDO, P. H. S. M.; EVANGELISTA, A. L.; STEELE, J.; BOCALINI, D. S. Effect of resistance training set volume on upper body muscle hypertrophy: are more sets really better than less? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 38, n. 5, p. 727–732, 2018.

LATELLA, C.; HAFF, G. G. Global Challenges of Being a Strength Athlete during a Pandemic: Impacts and Sports-Specific Training Considerations and Recommendations. **Sports**, v. 8, n. 7, p. 100, 2020.

LEWIS, G.N., MACKINNON, C.D., TRUMBOWER, R., PERREAULT, E.J. Co-contraction modifies the stretch reflex elicited in muscles shortened by a joint perturbation. **Experimental Brain Research**, n. 207, v. 1, p 39-48. 2010.

LIKERT, R. Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, p. 1–55, 1932.

MACDOUGALL, J. D.; ELDER, G. C. B.; SALE, D. G.; MOROZ, J. R.; SUTTON, J. R. Effects of strength training and immobilization on human muscle fibres. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 43, n. 1, p. 25–34, 1980.

MACKENZIE, S. J.; RANNELLI, L. A.; YURCHEVICH, J. J. Neuromuscular Adaptations Following Antagonist Resisted Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 1, p. 156–164, 2010.

MAEO, S.; TAKAHASHI, T.; TAKAI, Y.; KANEHISA, H. Trainability of muscular activity level during maximal voluntary co-contraction: comparison between bodybuilders and nonathletes. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. e79486, 2013.

MAEO, S.; YOSHITAKE, Y.; TAKAI, Y.; FUKUNAGA, T.; KANEHISA, H. Neuromuscular adaptations following 12-week maximal voluntary co-contraction training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 4, p. 663–673, 2014a.

MAEO, S.; YOSHITAKE, Y.; TAKAI, Y.; FUKUNAGA, T.; KANEHISA, H. Effect of Short-term Maximal Voluntary Co-contraction Training on Neuromuscular Function. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 02, p. 125–134, 2014b.

MAISON DU SPORT INTERNATIONAL. Men's Total Results - XXXI Olympic Games. **International Weightlifting Federation**, Lausanne, 2016. Disponível em: <<https://www.iwf.net/results/results-by-events/?event=362>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

MARTINEZ-FERRAN, M.; DE LA GUÍA-GALAPIENSO, F.; SANCHIS-GOMAR, F.; PAREJA-GALEANO, H. Metabolic Impacts of Confinement during the COVID-19 Pandemic Due to Modified Diet and Physical Activity Habits. **Nutrients**, v. 12, n. 6, p. 1549, 2020.

MAZZETTI, S. A.; KRAEMER, W. J.; VOLEK, J. S.; DUNCAN, N. D.; RATAMESS, N. A.; GOMEZ, A. L.; NEWTON, R. U.; HAKKINEN, K.; FLECK, S. J. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 6, p. 1175–1184, 2000a.

MCGLORY, C.; DEVRIES, M. C.; PHILLIPS, S. M. Skeletal muscle and resistance exercise training; the role of protein synthesis in recovery and remodeling. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 3, p. 541–548, 2017.

MIAN, O. S.; THOM, J. M.; ARDIGO, L. P.; NARICI, M. V.; MINETTI, A. E. Metabolic cost, mechanical work, and efficiency during walking in young and older men. **Acta Physiologica**, v. 186, n. 2, p. 127–139, 2006.

MILLER, W.; SHERMAN, W. M.; IVY, J. L. Effect of strength training on glucose tolerance and post-glucose insulin response. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 16, n. 6, p. 539-543, 1984.

MITCHELL, C. J.; CHURCHWARD-VENNE, T. A.; WEST, D. W. D.; BURD, N. A.; BREEN, L.; BAKER, S. K.; PHILLIPS, S. M. Resistance exercise load does not determine

training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 71–77, 2012.

MORTON, R. W.; OIKAWA, S. Y.; WAVELL, C. G.; MAZARA, N.; MCGLORY, C.; QUADRILATERO, J.; BAECHLER, B. L.; BAKER, S. K.; PHILLIPS, S. M. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 1, p. 129–138, 2016.

MUJICA, I.; PADILLA, S. Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. **Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 145–154, 2000.

NAGAI, K.; YAMADA, M.; UEMURA, K.; YAMADA, Y.; ICHIHASHI, N.; TSUBOYAMA, T. Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 53, n. 3, p. 338–343, 2011.

NARICI, M. V.; ROI, G. S.; LANDONI, L.; MINETTI, A. E.; CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 59, n. 4, p. 310–319, 1989.

NEUFER, P. D.; COSTILL, D. L.; FIELDING, R. A.; FLYNN, M. G.; KIRWAN, J. P. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 19, n. 5, p. 486–90, 1987.

NIELSEN, J., KAGAMIHARA, Y. The regulation of disynaptic reciprocal Ia inhibition during co-contraction of antagonistic muscles in man. **The Journal of Physiology**, v. 456, n.1, p 373-391. 1992.

O'HAGAN, F. T.; SALE, D. G.; MACDOUGALL, J. D.; GARNER, S. H. Response to resistance training in young women and men. **International Journal of Sports Medicine**, v.

16, n. 5, p. 314–321, 1995.

OLSEN, L. A.; NICOLL, J. X.; FRY, A. C. The skeletal muscle fiber: a mechanically sensitive cell. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 2, p. 333–349, 2019.

OSHITA, K.; HAGIWARA, G.; MONMA, T.; TSUNO, T.; KOIZUMI, K.; OYAMA, Y.; YAMAGUCHI, K.; TASHIRO, T.; FUNATSU, K. Association between Previous Experience of Strength Training under Appropriate Supervision and Knowledge of Squats among University Students Who Exercise Regularly*. **International Journal of Sport and Health Science**, v. 14, p. 61–71, 2016.

POPADIC GACESA, J. Z.; DUSKO, K. B.; GRUJIC, N. G. Triceps brachii strength and regional body composition changes after detraining quantified by MRI. **Journal of Magnetic Resonance Imaging**, v. 33, n. 5, p. 1114–1120, 2011.

PRICE, S.R., DE MARCO GARCIA, N.V., RANSCHT, B., JESSELL T.M. Regulation of motor neuron pool sorting by differential expression of type II cadherins. **Cell**, 2002, v. 109, n. 2, p. 205-126. 2002.

RALSTON, G. W.; KILGORE, L.; WYATT, F. B.; BAKER, J. S. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, 2017.

RATAMESS, N. A. **ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning**. Indianapolis, IL: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

RATAMESS, N. A.; FAIGENBAUM, A. D.; HOFFMAN, J. R.; KANG, J. Self-Selected Resistance Training Intensity in Healthy Women: The Influence of a Personal Trainer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 1, p. 103–111, 2008.

ROSA, M. Co-contraction role on human motor control. A neural basis. **Journal of Novel Physiotherapies**. v. 5, n. 1, p 1-5. 2015.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 20, n. Sup 1, p. S135–S145, 1988.

SAMPSON, J. A.; GROELLER, H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 26, n. 4, p. 375–383, 2016.

SANTONJA, R. **IFBB rules for bodybuilding and fitness**. Madrid International Federation of Bodybuilding and Fitness, 2018. Disponível em: <<https://www.ifbb.com/wp-content/uploads/2018/02/IFBB-General-Rules-2018.pdf>>. Acessado em: 24 jun 2021.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689–1697, 2016.

SERRAU, V.; DRISS, T.; VANDEWALLE, H.; BEHM, D. G.; LESNE-CHABRAN, E.; LE PELLECMULLER, A. Muscle Activation of the Elbow Flexor and Extensor Muscles During Self-Resistance Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2468–2477, 2012.

SEMMLER, J.G., NORDSTROM, M.A., WALLACE, C.J. Relationship between motor unit short-term synchronization and common drive in human first dorsal interosseous muscle. **Brain Research**, v. 767, n. 2, p. 314-320, 1997.

SEYNNES, O. R.; DE BOER, M.; NARICI, M. V. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 1, p. 368–373, 2007.

SHAMIM, B.; HAWLEY, J. A.; CAMERA, D. M. Protein Availability and Satellite Cell Dynamics in Skeletal Muscle. **Sports Medicine**, v. 48, n. 6, p. 1329–1343, 2018.

SILVA, J. R.; BRITO, J.; AKENHEAD, R.; NASSIS, G. P. The Transition Period in Soccer: A Window of Opportunity. **Sports Medicine**, v. 46, n. 3, p. 305–313, 2016.

SMITH, A. M. The coactivation of antagonist muscles. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 59, n. 7, p. 733–747, 1981.

SOUSA, A. C.; MARINHO, D. A.; GIL, M. H.; IZQUIERDO, M.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; NEIVA, H. P.; MARQUES, M. C. Concurrent Training Followed by Detraining. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 3, p. 632–642, 2018.

SOUSA, A. C.; NEIVA, H. P.; IZQUIERDO, M.; CADORE, E. L.; ALVES, A. R.; MARINHO, D. A. Concurrent Training and Detraining: brief Review on the Effect of Exercise Intensities. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 12, p. 747–755, 2019.

SOUSA, J.; NETO, G. R.; SANTOS, H. H.; ARAUJO, J. P.; SILVA, H. G.; CIRILO-SOUSA, M. S. Effects of Strength Training with Blood Flow Restriction on Torque, Muscle Activation and Local Muscular Endurance in Healthy Subjects. **Biology of Sport**, v. 34, n. 1, p. 83–90, 2017.

STEELE, J.; FISHER, J. P.; ASSUNÇÃO, A. R.; BOTTARO, M.; GENTIL, P. The role of volume-load in strength and absolute endurance adaptations in adolescent's performing high- or low-load resistance training. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 2, p. 193–201, 2017.

STUTTS, W. C. Physical Activity Determinants in Adults. **AAOHN Journal**, v. 50, n. 11, p. 499–507, 2002.

SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; BELLON, C. R.; STONE, M. H. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 765–785, 2018.

TOZIM, B. M.; NAVA, G. T. de A.; STROPPIA MARQUES, A. E. Z.; MARQUES, N. R.; MORCELLI, M. H.; NAVEGA, M. T. Muscle recruitment and co-contraction when walking

in young women with chronic lumbar pain. **Fisioterapia em Movimento**, v. 33, 2020.

TYLER, A. E.; HUTTON, R. S. Was Sherrington right about co-contractions? **Brain Research**, v. 370, n. 1, p. 171–175, 1986.

VAN DOORNIK, J.; KUKKE, S.; SANGER, T. D. Hypertonia in childhood secondary dystonia due to cerebral palsy is associated with reflex muscle activation. **Movement Disorders**, v. 24, n. 7, p. 965–971, 2009.

WACKERHAGE, H.; SCHOENFELD, B. J.; HAMILTON, D. L.; LEHTI, M.; HULMI, J. J. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 126, n. 1, p. 30–43, 2019.

WATANABE, K.; KOUZAKI, M.; MORITANI, T. Spatial EMG potential distribution of biceps brachii muscle during resistance training and detraining. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 12, p. 2661–2670, 9 dez. 2015.

WELLE, S.; TOTTERMAN, S.; THORNTON, C. Effect of Age on Muscle Hypertrophy Induced by Resistance Training. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 51A, n. 6, p. M270–M275, 1996.

YASUDA, T.; LOENNEKE, J. P.; OGASAWARA, R.; ABE, T. Effects of short-term detraining following blood flow restricted low-intensity training on muscle size and strength. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 1, p. 71–75, 2015.

YUE, G.; BILODEAU, M.; HARDY, P.; ENOKA, R. Task-dependent effect of limb immobilization on the fatigability of the elbow flexor muscles in humans. **Experimental Physiology**, v. 82, n. 3, p. 567–592, 1997.

ZACARON, K. A. M.; DIAS, J. M. D.; ALENCAR, M. A.; ALMEIDA, L. L. de; ALBERTO MOURÃO-JÚNIOR, C.; DIAS, R. C. Electromyographic normalization of vastus lateralis and biceps femoris co-contraction during gait of elderly females. **Fisioterapia em Movimento**, v.

29, n. 4, p. 787–794, 2016.

ZBIDI, S.; ZINOUBI, B.; HAMMOUDA, O.; VANDEWALLE, H.; SERRAU, V.; DRISS, T.
Co-contraction training, muscle explosive force and associated electromyography activity. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 6, p. 725–733, 2017.

APÊNDICE A - Ficha de acompanhamento do treinamento supervisionado.**NOME:** _____**SEMANA 1**

1º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: _____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: _____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: _____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

SEMANA 2

1º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: _____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: _____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: _____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

SEMANA 3

1º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

SEMANA 4

1º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

HISTÓRICO DE TREINAMENTO ADICIONAL

Questione o voluntário em relação a prática de atividades físicas além do treinamento. Caso o voluntário tenha praticado alguma atividade física que envolveu esforço moderado (atividade na qual o ritmo respiratório gere dificuldade para manter uma conversa) ou intenso (atividade na qual o ritmo respiratório gere dificuldade de manter uma conversa) durante a participação na pesquisa, por favor comente: Qual foi a atividade, sua duração e sua intensidade conforme a escala de borg. Exemplo: “Vôlei, 45 minutos, uma vez no período, Moderado-Intenso; Natação, 60 minutos, 3 vezes no período treinamento, Moderado; Quebrar uma parede com marreta, 30 minutos, duas vezes no período do treinamento, Muito intenso; Realizar mudança/carreto de móveis de uma casa para outra, 60 minutos, uma vez no período, Moderado.”

ENGAJAMENTO DO VOLUNTÁRIO DURANTE O TREINAMENTO

Nesta seção, identificaremos o nível de engajamento do voluntário nos treinamentos supervisionados através da escala Likert-Type Scale. **Esta seção deve ser preenchida ao fim dos 12 treinos.** Após ler a pergunta, e as possíveis respostas, peça que o voluntário, escolha a opção que melhor coincida com seu comprometimento durante o treinamento proposto.

1. Em relação ao seu comprometimento com os treinamentos propostos, você se considera:
 - ☐ Totalmente descomprometido.
 - ☐ Descomprometido.
 - ☐ De certa forma descomprometido.
 - ☐ Nem comprometido nem descomprometido.
 - ☐ De certa forma comprometido.
 - ☐ Comprometido.
 - ☐ Totalmente comprometido.

APÊNDICE B - Ficha de treinamento não supervisionado.**NOME:** _____

INSTRUÇÕES: Você deverá realizar **8 séries de 10 co-contrações máximas** do bíceps braquial e do tríceps braquial, mantendo o **cotovelo a 90°**. Todas as séries devem respeitar a cadência de 4 segundos contraindo, seguidas de 4 segundos de intervalo conforme configurado previamente no aplicativo “Exercise Timer”, e o descanso de 90 segundos entre as séries. Lembre-se que entre cada treino deve haver um repouso de no mínimo 48, e no máximo 72 horas. Neste formulário, você deverá marcar a data, o horário, o número de séries realizadas por completo e a intensidade de esforço do treinamento realizado. Se eventualmente não conseguir realizar um dos 12 treinamentos, marcar um “X” no campo “[] Não foi possível realizar o treinamento” do respectivo treino. Caso venha a realizar alguma atividade física extra, favor descrever o que praticou em **HISTÓRICO DE TREINAMENTO**. Ao fim do treinamento, indique seu nível de comprometimento na seção **COMPROMETIMENTO DO VOLUNTÁRIO DURANTE O TREINAMENTO**

SEMANA 1

1º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

SEMANA 2

1º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3º TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

Nº de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

SEMANA 3

1° TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

N° de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2° TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

N° de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3° TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

N° de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

SEMANA 4

1° TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

N° de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

2° TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

N° de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

3° TREINO:

Dia ____/____; **Horário** ____:____ (a.m./ p.m.)

N° de séries completas realizadas: ____

Intensidade (Escala de Borg):

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

HISTÓRICO DE TREINAMENTO ADICIONAL

Caro voluntário, caso você tenha praticado alguma atividade física que envolveu esforço moderado (atividade na qual o ritmo respiratório gere dificuldade para manter uma conversa) ou intenso (atividade na qual o ritmo respiratório impeça de manter uma conversa) dos membros superiores durante sua participação na pesquisa, por favor descreva: Qual foi a atividade, duração, frequência e intensidade conforme a escala de borg. Exemplo: “Vôlei, 45 minutos, uma vez no período, Moderado-Intenso; Natação, 60 minutos, 3 vezes no período treinamento, Moderado; Quebrar uma parede com marreta, 30 minutos, duas vezes no período do treinamento, Muito intenso; Realizar mudança/carreto de móveis de uma casa para outra, 60 minutos, uma vez no período, Moderado.”

COMPROMETIMENTO DO VOLUNTÁRIO DURANTE O TREINAMENTO

Nesta seção, identificaremos seu o nível de engajamento nos treinamentos propostos através da escala Likert-Type Scale. **Esta seção deve ser preenchida ao fim dos 12 treinos.** Após ler a pergunta, e as possíveis respostas, escolha a opção que melhor coincida com seu comprometimento durante o treinamento proposto.

1. Em relação ao seu comprometimento com os treinamentos propostos, você se considera:
 - ☐ Totalmente descomprometido.
 - ☐ Descomprometido.
 - ☐ De certa forma descomprometido.
 - ☐ Nem comprometido nem descomprometido.
 - ☐ De certa forma comprometido.
 - ☐ Comprometido.
 - ☐ Totalmente comprometido.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, v.22, pp. 1-55, 1932.

APÊNDICE C - Recordatório de atividade físicas do grupo controle.**NOME:** _____**RECORDATÓRIO DE ATIVIDADES ADICIONAIS**

Caro voluntário, caso você tenha praticado alguma atividade física que envolveu esforço moderado (atividade na qual o ritmo respiratório gere dificuldade para manter uma conversa) ou intenso (atividade na qual o ritmo respiratório impeça de manter uma conversa) dos membros superiores durante sua participação na pesquisa, por favor descreva: Qual foi a atividade, duração, frequência e intensidade conforme a escala de borg. Exemplo: *“Vôlei, 45 minutos, uma vez no período, Moderado-Intenso; Natação, 60 minutos, 3 vezes no período treinamento, Moderado; Quebrar uma parede com marreta, 30 minutos, duas vezes no período do treinamento, Muito intenso; Realizar mudança/carreto de móveis de uma casa para outra, 60 minutos, uma vez no período, Moderado.”*

APÊNDICE D - Termo de consentimento livre e esclarecido

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar do estudo intitulado "Utilização do treinamento de co-contratação como meio para manutenção do recrutamento, força e massa muscular".

A co-contratação acontece quando dois músculos, que trabalham de forma oposta um ao outro se contraem simultaneamente. Até o que se sabe o treinamento com co-contratação trás bons resultados, porém ainda não há estudos sobre a eficiência deste treino em pessoas que realizam treino de força regularmente e que estejam passando por um período de férias. Por isso, esse estudo está sendo realizado buscando avaliar o efeito do treinamento de co-contratação na atividade muscular, na força muscular e na massa muscular durante um período de férias do treinamento convencional. Esta pesquisa não lhe trará nenhum benefício direto, porém, esperamos que ela possa trazer benefícios indiretos, tendo em vista que auxiliará os profissionais da área da saúde a compreenderem melhor como e quando co-contratação pode ser utilizada como treinamento.

Portanto, se você concordar em participar do estudo, algumas avaliações serão realizadas. Realizaremos 2 dias de coletas de dados, sendo 1 dia previamente ao treinamento de co-contratação, e mais um dia ao fim das 4 semanas de treinamento de co-contratação. Inicialmente você responderá perguntas sobre históricos de lesões ou qualquer problema de saúde que impossibilite sua participação em realizar os exercícios propostos. Em seguida, iremos realizar um exame de ultrassonografia (ultrassom) sobre a parte anterior e posterior do seu braço dominante, para quantificar a massa muscular nestes locais. Neste exame, que é indolor, iremos colocar um gel sobre sua pele para facilitar a utilização do aparelho, do qual será encostado levemente sobre seu braço. Realizaremos também no mesmo braço testes de força, no qual você realizará movimentos de flexão e extensão do cotovelo em um aparelho que irá quantificar sua força máxima isométrica. Durante os testes de força máxima, sensores (eletrodos) serão fixados na sua pele. É um procedimento indolor e permitirá coletar a atividade elétrica produzida por seus músculos. Caso você seja do grupo de "treinamento com supervisão", realizará o treinamento de co-contratação 3 vezes por semana durante quatro semanas (12 dias de treinamento), nas dependências da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, totalizando 14 visitas ao nosso laboratório. O intervalo entre cada treinamento será de no mínimo 48 horas e no máximo 72 horas. Caso você seja do grupo de "treinamento não supervisionado", pediremos que instale em seu aparelho celular, o aplicativo **"Exercise Timer"** que vai ajudá-lo a controlar o ritmo do treino. Este treino de co-contratação deve ser realizado 3 vezes por semana durante quatro semanas (12 dias de treinamento), em um local escolhido por você (ex. na própria residência) seguindo a rotina de exercício elaborada pelos pesquisadores. Todas informações para realização do treinamento podem ser encontradas no documento "FICHA DE TREINAMENTO NÃO SUPERVISIONADO", no entanto quaisquer outras dúvidas em relação ao treinamento, podem ser retiradas ligando para o pesquisador responsável. Os procedimentos serão realizados no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto na

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Universidade de São Paulo. Os testes levarão cerca de 1 hora, enquanto os treinamentos levarão em torno de 30 minutos para serem realizados em seus respectivos dias.

Os riscos para participação nesta pesquisa são mínimos e estão relacionados com dor muscular ou desconfortos inerentes à prática de exercícios de musculação. Mesmo assim, durante todo experimento uma pessoa permanecerá ao seu lado para eventual auxílio. Você terá direito a reembolso conforme as leis vigentes no país caso ocorra dano decorrente de sua participação na pesquisa. Além disso, a qualquer momento você poderá pedir para interromper a participação no experimento sem que isso lhe acarrete qualquer prejuízo ou penalização.

A sua participação não é obrigatória. Garantimos que as informações obtidas nessa pesquisa não serão associadas de maneira alguma à sua identidade. Pela sua participação você não receberá qualquer valor em dinheiro e não terá nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa beneficiá-lo. As despesas com transporte serão ressarcidas, caso seja necessário. Caso você aceite participar do estudo deverá assinar este documento de consentimento.

Eu, _____, declaro que estou devidamente esclarecido sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado "Utilização do treinamento de co-contracção como meio para manutenção do recrutamento, força e massa muscular" e aceito participar desta pesquisa. Fui informado que os dados do estudo serão utilizados para fins científicos e que minha identidade será mantida em sigilo. Sei que não sou obrigado a participar do estudo, que não terei nenhum prejuízo caso não queira participar e que terei liberdade em retirar meu consentimento a qualquer momento. Estou recebendo uma via deste termo de consentimento. Poderei me informar sobre o andamento do estudo na Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto e sobre dúvidas relacionadas à ética da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto. Telefone para contato com os pesquisadores: (19) 9987205772 (aluno); (16) 3315-0345 (pesquisador responsável). Telefone do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto: (16) 3315-0494.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20 ____.

 Assinatura do Participante

 Nilson Ribeiro dos Santos Silva – Aluno pesquisador

 Prof. Dr. Matheus Machado Gomes - Pesquisador Responsável

APÊNDICE E - Rotina Matlab

```

function ROTINA_CVM_NILSONv20_ORIGINAL
% ++++++
%
% Author: Nilson Ribeiro dos Santos Silva
% nilsonribeiro@usp.br
% Laboratorio de Biomecanica e Controle Motor
% Av. Bandeirantes, 3900
% Escola de Educacao Fisica e Esporte de Ribeirao Preto
% Ribeirao Preto, SP, Cep: 14048-900
% Date: 03-06-2020 as 18:00
% Version: 2.0
%
% Objetivo: TRATAMENTO DE DADO DE CVM de Biceps e Triceps
% O que a rotina faz:
% - Seleciona todas tentativas do sujeito
% - Corta o sinal entre o momento 1 e 2,5 segundos
% - Filtra os dados com um filtro Butterworth passa banda (10a500Hz) de 4 ordem
% - Realiza detrendig do sinal
% - Plota e armazena figura do sinal filtrado
% - Calcula o RMS do sinal
% - Calcula o Poder espectral do sinal
% - Plota e armazena figura do Poder espectral do sinal
% - Calcula a Frequencia pico, frequencia media, F50, F80 do sinal
% - Gera uma tabela de resultados para cada tentativa
% ++++++

%ACHANDO E ABRINDO A PASTA
old_wd = who; %Variaveis originais, nao devemos limpar essas no fim do script
old_path = pwd; %Pasta inicial, para retornarmos no fim da rotina
path = uigetdir; %Interface para selecionar pasta

if(path == 0)
    new_wd = ['new_wd';setdiff(who,old_wd)]; %Variaveis no fim do script, devemos limpar a diferenca
    cd(old_path); %Retorna para a pasta original
    clear(new_wd{:}); %Deleta as variaveis criadas na rotina
    error('No directory selected!');
end

%+++++ABRINDO TABELA BICEPS TENTATIVA 1+++++
cd(path);
files2 = dir('*_1_1.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela = readtable(files2{1});

%DEFININDO MATRIZES
%Coluna tempo
t = tabela.X_s_; %coluna tempo inteira
tcut = t(2001:5000,1); %coluna tempo de 1 a 2,5 segundos

%Coluna EMG Biceps
SinalBB = tabela.bb_EMG4;%coluna EMG inteira
MUSCULO = SinalBB(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos

%% Tratamento
%Filtro passa banda
freq = 2000;
n=4;
Wn = [10,500] / (freq/2);
[b,a] = butter (n,Wn, 'bandpass');
musclesfilt= filtfilt(b,a,MUSCULO(:,:));

%%Detrending
EMGb = musclesfilt (:,:);
EMGb = detrend (EMGb);

```

```

%Transformando todos valores em mV
EMGbmili = EMGb.*1000000;

%RMS do sinal
RMSbb = rms(EMGb);

%RMS do sinal em mV
RMSbbmV = RMSbb*1000000;

%Transformando EMG em valores absolutos
EMGb_ABS = abs(EMGb);

    %Transformando valores absolutos em mV
    EMBb_ABS_mV = EMBb_ABS.*1000000;

%Pico do RMS
[picoRMS] = max(EMGb_ABS);
picoRMSmV = picoRMS*1000000;

%RMS normalizado pelo pico em porcentagem
RMSbb_Norm = ((RMSbb/picoRMS)*100);

%Figura 1-A - Amplitude do sinal
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado - BB CVM1','NumberTitle','off');
plot(tcut,EMGbmili,'r-');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amplitude (mV)')
title('RMS CVM');
savefig('Amplitude_BB_CVM1.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado - BB CVM1');

%Figura 1-B - Amplitude do sinal absoluto
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - BB CVM1','NumberTitle','off');
plot(tcut,EMGb_ABS_mV,'c-');
hold on
yline(picoRMSmV,'b--',{'PICO'});
yline(RMSbbmV, 'k--',{'RMS da Tentativa'});
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amplitude (mV ABS)')
title('RMS CVM');
savefig('Amplitude_ABS_BB_CVM1.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - BB CVM1');

%% Poder Spectral Density (PSD)
%bb
windowB = ceil(length(EMGb)/2);
nfftB = windowB;
noverlapB = ceil(windowB/2);
[PowerEMGb,f] = pwelch(EMGb, windowB,noverlapB,nfftB,freq);
areaBB = cumtrapz (PowerEMGb);

%% Valores de Frequencia da tentativa

% Freq_Pico
%BB
[m,peak] = max(PowerEMGb);
FBBpeak= f(peak);

%Freq_media
F_medBB = trapz(f,f.*PowerEMGb)/trapz(f,PowerEMGb);

% F50
%BB
F50BB = find(areaBB >= .50*areaBB(end));
if ~isempty(F50BB)
    F50BB = f(F50BB(1));
else
    F50BB = 0;

```

```

end

%F80
F80BB = find(areaBB >= .80*areaBB(end));
if ~isempty(F80BB)
    F80BB = f(F80BB(1));
else
    F80BB = 0;
end

%F95
F95BB = find(areaBB >= .95*areaBB(end));
if ~isempty(F95BB)
    F95BB = f(F95BB(1));
else
    F95BB = 0;
end

%Figura 2 - Poder espectral do sinal
figure('Name','PSD_BB_CVM1(detrended)','NumberTitle','off');
plot (PowerEMGb,'b-');
xlabel('Frequencia de Disparo (Hz)');
ylabel('Densidade espectral');
title('Analise espectral CVM (detrended)');
savefig('PSD_BB_CVM1(detrended).fig');
close('PSD_BB_CVM1(detrended)');

%% Escrevendo resultados

%Resultados de frequencia da tentativa (RMS, FMedia, FPico, F50, F80, F95)
resultados = [RMSbb_Norm, RMSbbmV, RMSbb, F_medBB, FBBpeak, F50BB, F80BB, F95BB];
writetable(array2table(resultados,'VariableNames',{'RMS_Norm','%','RMS(mV)','RMS_raw(mV)','FMedia','FPico','F50','F80','F95'}),...
    cat(2, files2{1}(1:3), '_results_b_CVM1.csv'));

clear all

%+++++ABRINDO TABELA BICEPS TENTATIVA 2+++++

files2 = dir('*_1_2.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela = readtable(files2{1});

%DEFININDO MATRIZES
%Coluna tempo
t = tabela.X_s_; %coluna tempo inteira
tcut = t(2001:5000,1); %coluna tempo de 1 a 2,5 segundos

%Coluna EMG Biceps
SinalBB = tabela.bb_EMG4;%coluna EMG inteira
MUSCULO = SinalBB(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos

%% Tratamento
%Filtro passa banda
freq = 2000;
n=4;
Wn = [10,500] / (freq/2);
[b,a] = butter (n,Wn, 'bandpass');
musclesfilt= filtfilt(b,a,MUSCULO(:,:));

%Detrending
EMGb = musclesfilt (:,:);
EMGb = detrend (EMGb);

%Transformando todos valores em mV
EMGbmili = EMBg.*1000000;

```



```

%RMS do sinal
RMSbb = rms(EMGb);

%RMS do sinal em mV
RMSbbmV = RMSbb*1000000;

%Transformando EMG em valores absolutos
EMGb_ABS = abs(EMGb);

    %Transformando valores absolutos em mV
    EMBG_ABS_mV = EMBG_ABS.*1000000;

%Pico do RMS
[picoRMS] = max(EMGb_ABS);
picoRMSmV = picoRMS*1000000;

%RMS normalizado pelo pico em porcentagem
RMSbb_Norm = ((RMSbb./picoRMS)*100);

%Figura 1-A - Amplitude do sinal
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado - BB CVM2','NumberTitle','off');
plot(tcut,EMGbmili,'r-');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amplitude (mV)')
title('RMS CVM');
savefig('Amplitude_BB_CVM2.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado - BB CVM2');

%Figura 1-B - Amplitude do sinal absoluto
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - BB CVM2','NumberTitle','off');
plot(tcut,EMGb_ABS_mV,'c-');
hold on
yline(picoRMSmV,'b--',{'PICO'});
yline(RMSbbmV, 'k--',{'RMS da Tentativa'});
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amplitude (mV ABS)')
title('RMS CVM');
savefig('Amplitude_ABS_BB_CVM2.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - BB CVM2');

%% Poder Spectral Density (PSD)
%bb
windowB = ceil(length(EMGb)/2);
nfftB = windowB;
noverlapB = ceil(windowB/2);
[PowerEMGb,f] = pwelch(EMGb, windowB, noverlapB, nfftB, freq);
areaBB = cumtrapz (PowerEMGb);

%% Valores de Frequencia da tentativa

% Freq_Pico
%BB
[m,peak] = max(PowerEMGb);
FBBpeak= f(peak);

%Freq_media
F_medBB = trapz(f,f.*PowerEMGb)/trapz(f,PowerEMGb);

% F50
%BB
F50BB = find(areaBB >= .50*areaBB(end));
if ~isempty(F50BB)
    F50BB = f(F50BB(1));
else
    F50BB = 0;
end

%F80

```

```

F80BB = find(areaBB >= .80*areaBB(end));
if ~isempty(F80BB)
F80BB = f(F80BB(1));
else
F80BB = 0;
end

%F95
F95BB = find(areaBB >= .95*areaBB(end));
if ~isempty(F95BB)
F95BB = f(F95BB(1));
else
F95BB = 0;
end

%Figura 2 - Poder espectral do sinal
figure('Name','PSD_BB_CVM2(detrended)','NumberTitle','off');
plot(PowerEMGb,'b-');
xlabel('Frequencia de Disparo (Hz)');
ylabel('Densidade espectral');
title('Analise espectral CVM (detrended)');
savefig('PSD_BB_CVM2(detrended).fig');
close('PSD_BB_CVM2(detrended)');

%% Escrevendo resultados

%Resultados de frequencia da tentativa (RMS, FMedia, FPico, F50, F80, F95)
resultados = [RMSbb_Norm, RMSbbmV, RMSbb, F_medBB, FBBpeak, F50BB, F80BB, F95BB];
writetable(array2table(resultados,'VariableNames',{'RMS_Norm(%)',
'RMS(mV)', 'RMS_raw(mV)', 'FMedia', 'FPico', 'F50', 'F80', 'F95'}),...
cat(2, files2{1}(1:3), '_results_b_CVM2.csv'));

clear all

%+-----ABRINDO TABELA BICEPS TENTATIVA 3-----+

files2 = dir('*_1_3.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela = readtable(files2{1});

%DEFININDO MATRIZES
%Coluna tempo
t = tabela.X_s_; %coluna tempo inteira
tcut = t(2001:5000,1); %coluna tempo de 1 a 2,5 segundos

%Coluna EMG Biceps
SinalBB = tabela.bb_EMG4;%coluna EMG inteira
MUSCULO = SinalBB(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos

%% Tratamento
%Filtro passa banda
freq = 2000;
n=4;
Wn = [10,500] / (freq/2);
[b,a] = butter (n,Wn, 'bandpass');
musclesfilt= filtfilt(b,a,MUSCULO(:,:));

%%Detrending
EMGb = musclesfilt (:,:);
EMGb = detrend (EMGb);

%Transformando todos valores em mV
EMGbmili = EMBg.*1000000;

%RMS do sinal
RMSbb = rms(EMGb);

```

```

%RMS do sinal em mV
RMSbbmV = RMSbb*1000000;

%Transformando EMG em valores absolutos
EMGb_ABS = abs(EMGb);

    %Transformando valores absolutos em mV
    EMBG_ABS_mV = EMBG_ABS.*1000000;

%Pico do RMS
[picoRMS] = max(EMGb_ABS);
picoRMSmV = picoRMS*1000000;

%RMS normalizado pelo pico em porcentagem
RMSbb_Norm = ((RMSbb./picoRMS)*100);

%Figura 1-A - Amplitude do sinal
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado - BB CVM3','NumberTitle','off');
plot(tcut,EMGbmbili,'r-');
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amplitude (mV)')
title('RMS CVM3');
savefig('Amplitude_BB_CVM3.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado - BB CVM3');

%Figura 1-B - Amplitude do sinal absoluto
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - BB CVM3','NumberTitle','off');
plot(tcut,EMGb_ABS_mV,'c-');
hold on
yline(picoRMSmV,'b--',{'PICO'});
yline(RMSbbmV, 'k--',{'RMS da Tentativa'});
xlabel('Time (s)');
ylabel('Amplitude (mV ABS)')
title('RMS CVM3');
savefig('Amplitude_ABS_BB_CVM3.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - BB CVM3');

%% Poder Spectral Density (PSD)
%bb
windowB = ceil(length(EMGb)/2);
nfftB = windowB;
noverlapB = ceil(windowB/2);
[PowerEMGb,f] = pwelch(EMGb, windowB,noverlapB,nfftB,freq);
areaBB = cumtrapz (PowerEMGb);

%% Valores de Frequencia da tentativa

% Freq_Pico
%BB
[m,peak] = max(PowerEMGb);
FBBpeak= f(peak);

%Freq_media
F_medBB = trapz(f,f.*PowerEMGb)/trapz(f,PowerEMGb);

% F50
%BB
F50BB = find(areaBB >= .50*areaBB(end));
if ~isempty(F50BB)
    F50BB = f(F50BB(1));
else
    F50BB = 0;
end

%F80
F80BB = find(areaBB >= .80*areaBB(end));
if ~isempty(F80BB)
    F80BB = f(F80BB(1));

```

```

else
F80BB = 0;
end

%F95
F95BB = find(areaBB >= .95*areaBB(end));
if ~isempty(F95BB)
F95BB = f(F95BB(1));
else
F95BB = 0;
end

%Figura 2 - Poder espectral do sinal
figure('Name','PSD_BB_CVM3(detrended)','NumberTitle','off');
plot (PowerEMGb,'b-');
xlabel('Frequencia de Disparo (Hz)');
ylabel('Densidade espectral');
title('Analise espectral CVM (detrended)');
savefig('PSD_BB_CVM3(detrended).fig');
close('PSD_BB_CVM3(detrended)');

%% Escrevendo resultados

%Resultados de frequencia da tentativa (RMS, FMedia, FPico, F50, F80, F95)
resultados = [RMSbb_Norm, RMSbbmV, RMSbb, F_medBB, FBBpeak, F50BB, F80BB, F95BB];
writetable(array2table(resultados,'VariableNames',{'RMS_Norm','%','RMS(mV)','RMS_raw(mV)','FMedia','FPico','F50','F80','F95'}),...
    cat(2, files2{1}(1:3), '_results_b_CVM3.csv'));

clear all

% %% ++++++ABRINDO TABELA TRICEPS TENTATIVA 1+++++
files2 = dir('*_2_1.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela = readtable(files2{1});

%DEFININDO MATRIZES
%Coluna tempo
t = tabela.X_s_; %coluna tempo inteira
tcut = t(2001:5000,1); %coluna tempo de 1 a 2,5 segundos

%Coluna EMG Triceps
EMGtcl = tabela.tcl_EMG5; %coluna EMG inteira
EMGtcc = tabela.tcc_EMG6; %coluna EMG inteira
EMGtcl = EMGtcl(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos
EMGtcc = EMGtcc(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos
MUSCULO = [EMGtcl, EMGtcc];

%% Tratamento
%Filtro passa banda
freq = 2000;
n=4;
Wn = [10,500] / (freq/2);
[b,a] = butter (n,Wn, 'bandpass');
musclesfilt= filtfilt(b,a,MUSCULO(:,,:));

%%Detrending
EMGtcl = musclesfilt(:,1);
EMGtcl = detrend (EMGtcl);

EMGtcc = musclesfilt(:,2);
EMGtcc = detrend (EMGtcc);

%Transformando todos valores em mV
EMGtclmili = EMGtcl.*1000000;

```

```

EMGtccmili = EMGtcc.*1000000;

%RMS do sinal
RMStcl = rms(EMGtcl);
RMStcc = rms(EMGtcc);

%RMS do sinal em mV
RMStclmV = RMStcl *1000000;
RMStccmV = RMStcc *1000000;

%Tranformando EMG em valores absolutos
EMGtcl_ABS = abs(EMGtcl);
EMGtcc_ABS = abs(EMGtcc);

%Transformando valores absolutos em mV
EMGtcl_ABS_mV = EMGtcl_ABS.*1000000;
EMGtcc_ABS_mV = EMGtcc_ABS.*1000000;

%Pico do RMS
[picoRMStcl] = max(EMGtcl_ABS);
[picoRMStcc] = max(EMGtcc_ABS);

picoRMStcl_mV = picoRMStcl*1000000;
picoRMStcc_mV = picoRMStcc*1000000;

%RMS normalizado pelo pico em porcentagem
RMStcl_Norm = ((RMStcl./picoRMStcl)*100);
RMStcc_Norm = ((RMStcc./picoRMStcc)*100);

%Figura 1-A - Amplitude do sinal
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado - TB CVM1','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(tcut,EMGtclmili,'r-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CL CVM');
subplot(2,1,2);
plot(tcut,EMGtccmili,'k-');ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CC CVM');
xlabel('Time (s)');
savefig('Amplitude_TB_CVM1.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado - TB CVM1');

%Figura 1-B - Amplitude do sinal absoluto
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - TB CVM1','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(tcut,EMGtcl_ABS_mV,'c-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CL CVM');
hold on
yline(picoRMStcl_mV,'b--',{'PICO'});
yline(RMStclmV, 'k--',{'RMS da Tentativa'});
hold off
subplot(2,1,2);
plot(tcut,EMGtcc_ABS_mV,'c-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CC CVM');
hold on
yline(picoRMStcc_mV,'b--',{'PICO'});
yline(RMStccmV, 'k--',{'RMS da Tentativa'});
xlabel('Time (s)');
savefig('Amplitude_ABS_TB_CVM1.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - TB CVM1');

%% Poder Spectral Density (PSD)
%tcl
windowTCL = ceil(length(EMGtcl)/2);
nfftTCL = windowTCL;
noverlapTCL = ceil(windowTCL/2);
[PowerEMGtcl, fctl] = pwelch(EMGtcl, windowTCL, noverlapTCL, nfftTCL, freq);
areaTCL = cumtrapz (PowerEMGtcl);

%tcc
windowTCC = ceil(length(EMGtcc)/2);
nfftTCC = windowTCC;
noverlapTCC = ceil(windowTCC/2);

```

```
[PowerEMGtcc,ftcc] = pwelch(EMGtcc, windowTCC,noverlapTCC,nfftTCC,freq);
areaTCC = cumtrapz (PowerEMGtcc);
```

```
%% Valores de Frequencia da tentativa
```

```
% Freq_Pico
```

```
%TCL
[m,peak] = max(PowerEMGtcl);
FTCLpeak = ftcl(peak);
```

```
%TCC
[m,peak] = max(PowerEMGtcc);
FTCCpeak= ftcc(peak);
```

```
%Freq_media
```

```
%TCL
F_medTCL = trapz(ftcl,ftcl.*PowerEMGtcl)/trapz(ftcl,PowerEMGtcl);
```

```
%TCC
F_medTCC = trapz(ftcc,ftcc.*PowerEMGtcc)/trapz(ftcc,PowerEMGtcc);
```

```
%F50_TCL
```

```
F50TCL = find(areaTCL >= .50*areaTCL(end));
if ~isempty(F50TCL)
F50TCL = ftcl(F50TCL(1));
else
F50TCL = 0;
end
```

```
%F80_TCL
```

```
F80TCL = find(areaTCL >= .80*areaTCL(end));
if ~isempty(F80TCL)
F80TCL = ftcl(F80TCL(1));
else
F80TCL = 0;
end
```

```
%F95_TCL
```

```
F95TCL = find(areaTCL >= .95*areaTCL(end));
if ~isempty(F95TCL)
F95TCL = ftcl(F95TCL(1));
else
F95TCL = 0;
end
```

```
%F50_TCC
```

```
F50TCC = find(areaTCC >= .50*areaTCC(end));
if ~isempty(F50TCC)
F50TCC = ftcc(F50TCC(1));
else
F50TCC = 0;
end
```

```
%F80_TCC
```

```
F80TCC = find(areaTCC >= .80*areaTCC(end));
if ~isempty(F80TCC)
F80TCC = ftcc(F80TCC(1));
else
F80TCC = 0;
end
```

```
%F95_TCC
```

```
F95TCC = find(areaTCC >= .95*areaTCC(end));
if ~isempty(F95TCC)
F95TCC = ftcc(F95TCC(1));
else
F95TCC = 0;
end
```

```

%Figura 2 - Poder espectral do sinal
figure('Name','PSD TB CVM1(detrended)','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot (PowerEMGtcl,'r-'); ylabel('Densidade espectral'); title('Analise espectral CVM TB-CL (detrended)');
subplot(2,1,2);
plot (PowerEMGtcc,'k-'); ylabel('Densidade espectral'); title('Analise espectral CVM TB-CC (detrended)');
xlabel('Frequencia de Disparo (Hz)');
savefig('PSD_TB_CVM1(detrended).fig');
close('PSD TB CVM1(detrended)');

%% Escrevendo resultados

%Resultados de frequencia da tentativa (RMS, FMedia, FPico, F50, F80, F95)
resultadosCVMtcl = [RMStcl_Norm, RMStclmV, RMStcl, F_medTCL, FTCLpeak, F50TCL, F80TCL, F95TCL];
resultadosCVMtcc = [RMStcc_Norm, RMStccmV, RMStcc, F_medTCC, FTCCpeak, F50TCC, F80TCC, F95TCC];
resultados = [resultadosCVMtcl; resultadosCVMtcc];

writetable(array2table(resultados,'VariableNames',{'RMS_Norm(%)',
'RMS(mV)','RMS_raw(mV)','FMedia','FPico','F50','F80','F95'}),...
    cat(2, files2{1}(1:3), '_results_t_CVM1.csv'));

clear all

%% ++++++ABRINDO TABELA TRICEPS TENTATIVA 2+++++
files2 = dir('*_2.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela = readtable(files2{1});

%DEFININDO MATRIZES
%Coluna tempo
t = tabela.X_s_; %coluna tempo inteira
tcut = t(2001:5000,1); %coluna tempo de 1 a 2,5 segundos

%Coluna EMG Triceps
EMGtcl = tabela.tcl_EMG5; %coluna EMG inteira
EMGtcc = tabela.tcc_EMG6; %coluna EMG inteira
EMGtcl = EMGtcl(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos
EMGtcc = EMGtcc(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos
MUSCULO = [EMGtcl, EMGtcc];

%% Tratamento
%Filtro passa banda
freq = 2000;
n=4;
Wn = [10,500] / (freq/2);
[b,a] = butter (n,Wn, 'bandpass');
musclesfilt= filtfilt(b,a,MUSCULO(:,:));

%%Detrending
EMGtcl = musclesfilt(:,1);
EMGtcl = detrend (EMGtcl);

EMGtcc = musclesfilt(:,2);
EMGtcc = detrend (EMGtcc);

%Transformando todos valores em mV
EMGtclmili = EMGtcl.*1000000;
EMGtccmili = EMGtcc.*1000000;

%RMS do sinal
RMStcl = rms(EMGtcl);
RMStcc = rms(EMGtcc);

%RMS do sinal em mV
RMStclmV = RMStcl *1000000;
RMStccmV = RMStcc *1000000;

%Tranformando EMG em valores absolutos
EMGtcl_ABS = abs(EMGtcl);

```

```

EMGtcc_ABS = abs(EMGtcc);

%Transformando valores absolutos em mV
EMGtcl_ABS_mV = EMGtcl_ABS.*1000000;
EMGtcc_ABS_mV = EMGtcc_ABS.*1000000;

%Pico do RMS
[picoRMStcl] = max(EMGtcl_ABS);
[picoRMStcc] = max(EMGtcc_ABS);

picoRMStcl_mV = picoRMStcl*1000000;
picoRMStcc_mV = picoRMStcc*1000000;

%RMS normalizado pelo pico em porcentagem
RMStcl_Norm = ((RMStcl./picoRMStcl)*100);
RMStcc_Norm = ((RMStcc./picoRMStcc)*100);

%Figura 1-A - Amplitude do sinal
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado - TB CVM2','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(tcut,EMGtclmili,'r-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CL CVM');
subplot(2,1,2);
plot(tcut,EMGtccmili,'k-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CC CVM');
xlabel('Time (s)');
savefig('Amplitude_TB_CVM2.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado - TB CVM2');

%Figura 1-B - Amplitude do sinal absoluto
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - TB CVM2','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(tcut,EMGtcl_ABS_mV,'c-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CL CVM');
hold on
yline(picoRMStcl_mV,'b--',{ 'PICO' });
yline(RMStclmV, 'k--',{ 'RMS da Tentativa' });
hold off
subplot(2,1,2);
plot(tcut,EMGtcc_ABS_mV,'c-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CC CVM');
hold on
yline(picoRMStcc_mV,'b--',{ 'PICO' });
yline(RMStccmV, 'k--',{ 'RMS da Tentativa' });
xlabel('Time (s)');
savefig('Amplitude_ABS_TB_CVM2.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - TB CVM2');

%% Poder Spectral Density (PSD)
%tcl
windowTCL = ceil(length(EMGtcl)/2);
nfftTCL = windowTCL;
noverlapTCL = ceil(windowTCL/2);
[PowerEMGtcl, ftcl] = pwelch(EMGtcl, windowTCL, noverlapTCL, nfftTCL, freq);
areaTCL = cumtrapz (PowerEMGtcl);

%tcc
windowTCC = ceil(length(EMGtcc)/2);
nfftTCC = windowTCC;
noverlapTCC = ceil(windowTCC/2);
[PowerEMGtcc, ftcc] = pwelch(EMGtcc, windowTCC, noverlapTCC, nfftTCC, freq);
areaTCC = cumtrapz (PowerEMGtcc);

%% Valores de Frequencia da tentativa

% Freq_Pico
%TCL
[m,peak] = max(PowerEMGtcl);
FTCLpeak = ftcl(peak);

%TCC
[m,peak] = max(PowerEMGtcc);

```



```

FTCCpeak= ftcc(peak);

%Freq_media
%TCL
F_medTCL = trapz(ftcl,ftcl.*PowerEMGtcl)/trapz(ftcl,PowerEMGtcl);

%TCC
F_medTCC = trapz(ftcc,ftcc.*PowerEMGtcc)/trapz(ftcc,PowerEMGtcc);

%F50_TCL
F50TCL = find(areaTCL >= .50*areaTCL(end));
if ~isempty(F50TCL)
F50TCL = ftcl(F50TCL(1));
else
F50TCL = 0;
end

%F80_TCL
F80TCL = find(areaTCL >= .80*areaTCL(end));
if ~isempty(F80TCL)
F80TCL = ftcl(F80TCL(1));
else
F80TCL = 0;
end

%F95_TCL
F95TCL = find(areaTCL >= .95*areaTCL(end));
if ~isempty(F95TCL)
F95TCL = ftcl(F95TCL(1));
else
F95TCL = 0;
end

%F50_TCC
F50TCC = find(areaTCC >= .50*areaTCC(end));
if ~isempty(F50TCC)
F50TCC = ftcc(F50TCC(1));
else
F50TCC = 0;
end

%F80_TCC
F80TCC = find(areaTCC >= .80*areaTCC(end));
if ~isempty(F80TCC)
F80TCC = ftcc(F80TCC(1));
else
F80TCC = 0;
end

%F95_TCC
F95TCC = find(areaTCC >= .95*areaTCC(end));
if ~isempty(F95TCC)
F95TCC = ftcc(F95TCC(1));
else
F95TCC = 0;
end

%Figura 2 - Poder espectral do sinal
figure('Name','PSD TB CVM2(detrended)','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(PowerEMGtcl,'r-'); ylabel('Densidade espectral'); title('Analise espectral CVM TB-CL (detrended)');
subplot(2,1,2);
plot(PowerEMGtcc,'k-'); ylabel('Densidade espectral'); title('Analise espectral CVM TB-CC (detrended)');
xlabel('Frequencia de Disparo (Hz)');
savefig('PSD_TB_CVM2(detrended).fig');
close('PSD_TB_CVM2(detrended)');

%% Escrevendo resultados

```

```

%Resultados de frequencia da tentativa (RMS, FMedia, FPico, F50, F80, F95)
resultadosCVMtcl = [RMStcl_Norm, RMStclmV, RMStcl, F_medTCL, FTCLpeak, F50TCL, F80TCL, F95TCL];
resultadosCVMtcc = [RMStcc_Norm, RMStccmV, RMStcc, F_medTCC, FTCCpeak, F50TCC, F80TCC, F95TCC];
resultados = [resultadosCVMtcl; resultadosCVMtcc];

writetable(array2table(resultados,'VariableNames',{'RMS_Norm('%',
'RMS(mV)', 'RMS_raw(mV)', 'FMedia', 'FPico', 'F50', 'F80', 'F95')},...
    cat(2, files2{1}(1:3), '_results_t_CVM2.csv')));

clear all

%% ++++++ABRINDO TABELA TRICEPS TENTATIVA 3+++++
files2 = dir('*_2_3.csv');
files2 = {files2.name};
tabela = readtable(files2{1});

%DEFININDO MATRIZES
%Coluna tempo
t = tabela.X_s_; %coluna tempo inteira
tcut = t(2001:5000,1); %coluna tempo de 1 a 2,5 segundos

%Coluna EMG Triceps
EMGtcl = tabela.tcl_EMG5; %coluna EMG inteira
EMGtcc = tabela.tcc_EMG6; %coluna EMG inteira
EMGtcl = EMGtcl(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos
EMGtcc = EMGtcc(2001:5000,1); %coluna EMG de 1 a 2,5 segundos
MUSCULO = [EMGtcl, EMGtcc];

%% Tratamento
%Filtro passa banda
freq = 2000;
n=4;
Wn = [10,500] / (freq/2);
[b,a] = butter (n,Wn, 'bandpass');
musclesfilt= filtfilt(b,a,MUSCULO(:,,:));

%%Detrending
EMGtcl = musclesfilt(:,1);
EMGtcl = detrend (EMGtcl);

EMGtcc = musclesfilt(:,2);
EMGtcc = detrend (EMGtcc);

%Transformando todos valores em mV
EMGtclmili = EMGtcl.*1000000;
EMGtccmili = EMGtcc.*1000000;

%RMS do sinal
RMStcl = rms(EMGtcl);
RMStcc = rms(EMGtcc);

%RMS do sinal em mV
RMStclmV = RMStcl *1000000;
RMStccmV = RMStcc *1000000;

%Tranformando EMG em valores absolutos
EMGtcl_ABS = abs(EMGtcl);
EMGtcc_ABS = abs(EMGtcc);

%Transformando valores absolutos em mV
EMGtcl_ABS_mV = EMGtcl_ABS.*1000000;
EMGtcc_ABS_mV = EMGtcc_ABS.*1000000;

%Pico do RMS
[picoRMStcl] = max(EMGtcl_ABS);
[picoRMStcc] = max(EMGtcc_ABS);

picoRMStcl_mV = picoRMStcl*1000000;

```

```

picoRMStcc_mV = picoRMStcc*1000000;

%RMS normalizado pelo pico em porcentagem
RMStcl_Norm = ((RMStcl./picoRMStcl)*100);
RMStcc_Norm = ((RMStcc./picoRMStcc)*100);

%Figura 1-A - Amplitude do sinal
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado - TB CVM3','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(tcute,EMGtclmili,'r-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CL CVM');
subplot(2,1,2);
plot(tcute,EMGtccmili,'k-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CC CVM');
xlabel('Time (s)');
savefig('Amplitude_TB_CVM3.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado - TB CVM3');

%Figura 1-B - Amplitude do sinal absoluto
figure('Name','Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - TB CVM3','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(tcute,EMGtcl_ABS_mV,'c-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CL CVM');
hold on
yline(picoRMStcl_mV,'b--',{'PICO'});
yline(RMStclmV,'k--',{'RMS da Tentativa'});
hold off
subplot(2,1,2);
plot(tcute,EMGtcc_ABS_mV,'c-'); ylabel('Amplitude (mV)'); title('RMS TB-CC CVM');
hold on
yline(picoRMStcc_mV,'b--',{'PICO'});
yline(RMStccmV,'k--',{'RMS da Tentativa'});
xlabel('Time (s)');
savefig('Amplitude_ABS_TB_CVM3.fig');
close('Amplitude do Sinal Filtrado (Absoluto) - TB CVM3');

%% Poder Spectral Density (PSD)
%tcl
windowTCL = ceil(length(EMGtcl)/2);
nfftTCL = windowTCL;
noverlapTCL = ceil(windowTCL/2);
[PowerEMGtcl, ftcl] = pwelch(EMGtcl, windowTCL, noverlapTCL, nfftTCL, freq);
areaTCL = cumtrapz (PowerEMGtcl);

%tcc
windowTCC = ceil(length(EMGtcc)/2);
nfftTCC = windowTCC;
noverlapTCC = ceil(windowTCC/2);
[PowerEMGtcc, ftcc] = pwelch(EMGtcc, windowTCC, noverlapTCC, nfftTCC, freq);
areaTCC = cumtrapz (PowerEMGtcc);

%% Valores de Frequencia da tentativa

% Freq_Pico
%TCL
[m,peak] = max(PowerEMGtcl);
FTCLpeak = ftcl(peak);

%TCC
[m,peak] = max(PowerEMGtcc);
FTCCpeak = ftcc(peak);

%Freq_media
%TCL
F_medTCL = trapz(ftcl,ftcl.*PowerEMGtcl)/trapz(ftcl,PowerEMGtcl);

%TCC
F_medTCC = trapz(ftcc,ftcc.*PowerEMGtcc)/trapz(ftcc,PowerEMGtcc);

%F50_TCL
F50TCL = find(areaTCL >= .50*areaTCL(end));

```

```

if ~isempty(F50TCL)
F50TCL = ftcl(F50TCL(1));
else
F50TCL = 0;
end

%F80_TCL
F80TCL = find(areaTCL >= .80*areaTCL(end));
if ~isempty(F80TCL)
F80TCL = ftcl(F80TCL(1));
else
F80TCL = 0;
end

%F95_TCL
F95TCL = find(areaTCL >= .95*areaTCL(end));
if ~isempty(F95TCL)
F95TCL = ftcl(F95TCL(1));
else
F95TCL = 0;
end

%F50_TCC
F50TCC = find(areaTCC >= .50*areaTCC(end));
if ~isempty(F50TCC)
F50TCC = ftcc(F50TCC(1));
else
F50TCC = 0;
end

%F80_TCC
F80TCC = find(areaTCC >= .80*areaTCC(end));
if ~isempty(F80TCC)
F80TCC = ftcc(F80TCC(1));
else
F80TCC = 0;
end

%F95_TCC
F95TCC = find(areaTCC >= .95*areaTCC(end));
if ~isempty(F95TCC)
F95TCC = ftcc(F95TCC(1));
else
F95TCC = 0;
end

%Figura 2 - Poder espectral do sinal
figure('Name','PSD TB CVM3(detrended)','NumberTitle','off');
subplot(2,1,1);
plot(PowerEMGtcl,'r-'); ylabel('Densidade espectral'); title('Analise espectral CVM TB-CL (detrended)');
subplot(2,1,2);
plot(PowerEMGtcc,'k-'); ylabel('Densidade espectral'); title('Analise espectral CVM TB-CC (detrended)');
xlabel('Frequencia de Disparo (Hz)');
savefig('PSD_TB_CVM3(detrended).fig');
close('PSD TB CVM3(detrended)');

%% Escrevendo resultados

%Resultados de frequencia da tentativa (RMS, FMedia, FPico, F50, F80, F95)
resultadosCVMtcl = [RMStcl_Norm, RMStclmV, RMStcl, F_medTCL, FTCLpeak, F50TCL, F80TCL, F95TCL];
resultadosCVMtcc = [RMStcc_Norm, RMStccmV, RMStcc, F_medTCC, FTCCpeak, F50TCC, F80TCC, F95TCC];
resultados = [resultadosCVMtcl; resultadosCVMtcc];

writetable(array2table(resultados,'VariableNames',{'RMS_Norm','%','RMS(mV)','RMS_raw(mV)','FMedia','FPico','F50','F80','F95'}),...
cat(2, files2{1}(1:3), '_results_t_CVM3.csv'));

clear all

```

```

%%
%%CRIANDO TABELA DCOM VALORES MEDIOS DAS 3 CVM DE BICEPS
files2 = dir('*results_b_CVM1.csv');
files2 = {files2.name};
tabela1b = readtable(files2{1});

RMSnor1 = tabela1b.RMS_Norm____;
RMS1 = tabela1b.RMS_mV_;
RMSraw1=tabela1b.RMS_raw_mV_;
Fmedia1 = tabela1b.FMedia;
FPico1 = tabela1b.FPico;
F501 = tabela1b.F50;
F801 = tabela1b.F80;
F951 = tabela1b.F95;

files2 = dir('*results_b_CVM2.csv');
files2 = {files2.name};
tabela2b = readtable(files2{1});

RMSnor2 = tabela2b.RMS_Norm____;
RMS2 = tabela2b.RMS_mV_;
RMSraw2=tabela2b.RMS_raw_mV_;
Fmedia2 = tabela2b.FMedia;
FPico2 = tabela2b.FPico;
F502 = tabela2b.F50;
F802 = tabela2b.F80;
F952 = tabela2b.F95;

files2 = dir('*results_b_CVM3.csv');
files2 = {files2.name};
tabela3b = readtable(files2{1});

RMSnor3 = tabela3b.RMS_Norm____;
RMS3 = tabela3b.RMS_mV_;
RMSraw3=tabela3b.RMS_raw_mV_;
Fmedia3 = tabela3b.FMedia;
FPico3 = tabela3b.FPico;
F503 = tabela3b.F50;
F803 = tabela3b.F80;
F953 = tabela3b.F95;

premediab = [RMSnor1,RMS1,RMSraw1,Fmedia1,FPico1,F501,F801,F951;...
             RMSnor2,RMS2,RMSraw2,Fmedia2,FPico2,F502,F802,F952;...
             RMSnor3,RMS3,RMSraw3,Fmedia3,FPico3,F503,F803,F953];

mediab =mean(premediab);

writetable(array2table(mediab,'VariableNames',{'RMS_Norm('%)',
'RMS(mV)','RMS_raw(mV)','FMedia','FPico','F50','F80','F95')},...
    cat(2, files2{1}(1:3), '_medias_biceps.csv'));

clear all

%%
%%CRIANDO TABELA DCOM VALORES MEDIOS DAS 3 CVM DE TRICEPS

%cvm1
files2 = dir('*results_t_CVM1.csv');
files2 = {files2.name};
tabela1tb = readtable(files2{1});

%tcl
RMSnorTCL1 = tabela1tb.RMS_Norm____(1,1);
RMStcl1 = tabela1tb.RMS_mV_(1,1);
RMStclraw1=tabela1tb.RMS_raw_mV_(1,1);
Fmedia1tcl = tabela1tb.FMedia(1,1);
FPico1tcl = tabela1tb.FPico(1,1);
F501tcl = tabela1tb.F50(1,1);

```

```

F801tcl = tabela1tb.F80(1,1);
F951tcl = tabela1tb.F95(1,1);

%tcc
RMSnorTCC1 = tabela1tb.RMS_Norm__(2,1);
RMStcc1 = tabela1tb.RMS_mV_(2,1);
RMStccraw1=tabela1tb.RMS_raw_mV_(2,1);
Fmedia1tcc = tabela1tb.FMedia(2,1);
FPico1tcc = tabela1tb.FPico(2,1);
F501tcc = tabela1tb.F50(2,1);
F801tcc = tabela1tb.F80(2,1);
F951tcc = tabela1tb.F95(2,1);

% %cvm2
files2 = dir('**results_t_CVM2.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela2tb = readtable(files2{1});

%tcl
RMSnorTCL2 = tabela2tb.RMS_Norm__(1,1);
RMStcl2 = tabela2tb.RMS_mV_(1,1);
RMStclraw2=tabela2tb.RMS_raw_mV_(1,1);
Fmedia2tcl = tabela2tb.FMedia(1,1);
FPico2tcl = tabela2tb.FPico(1,1);
F502tcl = tabela2tb.F50(1,1);
F802tcl = tabela2tb.F80(1,1);
F952tcl = tabela2tb.F95(1,1);

%tcc
RMSnorTCC2 = tabela2tb.RMS_Norm__(2,1);
RMStcc2 = tabela2tb.RMS_mV_(2,1);
RMStccraw2=tabela2tb.RMS_raw_mV_(2,1);
Fmedia2tcc = tabela2tb.FMedia(2,1);
FPico2tcc = tabela2tb.FPico(2,1);
F502tcc = tabela2tb.F50(2,1);
F802tcc = tabela2tb.F80(2,1);
F952tcc = tabela2tb.F95(2,1);

%cvm3
files2 = dir('**results_t_CVM3.csv');
files2 = {files2.name}';
tabela3tb = readtable(files2{1});

%tcl
RMSnorTCL3 = tabela3tb.RMS_Norm__(1,1);
RMStcl3 = tabela3tb.RMS_mV_(1,1);
RMStclraw3=tabela3tb.RMS_raw_mV_(1,1);
Fmedia3tcl = tabela3tb.FMedia(1,1);
FPico3tcl = tabela3tb.FPico(1,1);
F503tcl = tabela3tb.F50(1,1);
F803tcl = tabela3tb.F80(1,1);
F953tcl = tabela3tb.F95(1,1);

%tcc
RMSnorTCC3 = tabela3tb.RMS_Norm__(2,1);
RMStcc3 = tabela3tb.RMS_mV_(2,1);
RMStccraw3=tabela3tb.RMS_raw_mV_(2,1);
Fmedia3tcc = tabela3tb.FMedia(2,1);
FPico3tcc = tabela3tb.FPico(2,1);
F503tcc = tabela3tb.F50(2,1);
F803tcc = tabela3tb.F80(2,1);
F953tcc = tabela3tb.F95(2,1);

%media tcl
premediatcl = [RMSnorTCL1, RMStcl1, RMStclraw1,Fmedia1tcl,FPico1tcl,F501tcl, F801tcl, F951tcl; ...
               RMSnorTCL2, RMStcl2, RMStclraw2,Fmedia2tcl,FPico2tcl,F502tcl, F802tcl, F952tcl;...
               RMSnorTCL3, RMStcl3, RMStclraw3,Fmedia3tcl,FPico3tcl,F503tcl, F803tcl, F953tcl];

mediatcl =mean(premediatcl);

```

```

%mediatcc
premediatcc = [RMSnorTCC1, RMStcc1, RMStccraw1, Fmedia1tcc,FPico1tcc,F501tcc, F801tcc, F951tcc; ...
               RMSnorTCC2, RMStcc2, RMStccraw2,Fmedia2tcc,FPico2tcc,F502tcc, F802tcc, F952tcc;...
               RMSnorTCC3, RMStcc3, RMStccraw3,Fmedia3tcc,FPico3tcc,F503tcc, F803tcc, F953tcc];

mediatcc =mean(premediatcc);

%medias dos dois triceps
mediatb = [mediatcl; mediatcc];

writetable(array2table(mediatb,'VariableNames',{'RMS_Norm(%)', 'RMS_raw','RMS_mV','FMedia','FPico','F50','F80','F95'}),...
           cat(2, files2{1}(1:3), '_medias_triceps.csv'));

clear all
end

```

APÊNDICE F - Média e desvio padrão dos valores da percepção subjetiva de esforço (PSE) dos grupos de treinamento de co-contração Supervisionado e Não Supervisionado.

Grupo Não Supervisionado				
Participante	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	7,00	6,00	8,00	7,00
2	8,67	9,33	8,67	9,00
3	4,00	4,00	3,00	3,00
4	9,00	8,33	5,00	3,33
5	8,33	8,67	9,00	9,00
6	6,67	5,00	4,67	3,33
Média	7,28	6,89	6,39	5,78
DP	1,85	2,19	2,49	2,90

Grupo Supervisionado				
Participante	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	4,33	4,00	3,00	2,67
2	7,00	7,00	7,00	7,00
3	5,67	6,67	6,67	7,33
4	5,67	5,33	6,33	6,67
5	4,33	5,00	4,33	5,00
6	7,67	7,33	7,67	6,67
7	8,00	7,67	8,00	8,67
8	7,67	8,33	8,00	8,33
Média	6,29	6,42	6,38	6,54
DP	1,50	1,49	1,81	1,93

APÊNDICE G - Valores de engajamento ao treinamento dos grupos de treinamento de co-contratação Supervisionado e Não Supervisionado.

Grupo Não Supervisionado	
Grau de comprometimento	Número de Participantes
Totalmente descomprometido	0
Descomprometido	0
De certa forma descomprometido	0
Nem comprometido nem descomprometido	0
De certa forma comprometido	0
Comprometido	1
Totalmente comprometido	5

Grupo Supervisionado	
Grau de comprometimento	Número de Participantes
Totalmente descomprometido	0
Descomprometido	0
De certa forma descomprometido	0
Nem comprometido nem descomprometido	0
De certa forma comprometido	0
Comprometido	1
Totalmente comprometido	7

APÊNDICE H - Média e desvio padrão dos valores do volume total de treinamento dos grupos de treinamento de co-contração Supervisionado e Não Supervisionado.

Grupo Não Supervisionado							
Participante	Semana	Dias	Séries	Repetições	Volume total	Repetições não consideradas	Volume Final
1	4	3	8	10	960	0	960
2	4	3	8	10	960	0	960
3	4	3	8	10	960	0	960
4	4	3	8	10	960	0	960
5	4	3	8	10	960	30	930
6	4	3	8	10	960	0	960
Média	4	3	8	10	960	5	955
DP	0	0	0	0	0	12	12

Grupo supervisionado							
Participante	Semana	Dias	Séries	Repetições	Volume total	Repetições não consideradas	Volume Final
1	4	3	8	10	960	0	960
2	4	3	8	10	960	0	960
3	4	3	8	10	960	0	960
4	4	3	8	10	960	0	960
5	4	3	8	10	960	0	960
6	4	3	8	10	960	0	960
7	4	3	8	10	960	0	960
8	4	3	8	10	960	0	960
Média	4	3	8	10	960	0	960
DP	0	0	0	0	0	0	0

Unidades arbitrárias

Unidades arbitrárias

APÊNDICE I - Média e desvio padrão dos valores do pico torque dos flexores e extensores de cotovelo dos grupos de treinamento de co-contracção Supervisionado, treinamento de co-contracção Não Supervisionado e Grupo Controle, nos momentos pré e pós intervenção.

Grupo Supervisionado				
Participante	Pré intervenção		Pós intervenção	
	Flexores	Extensores	Flexores	Extensores
1	85,3	80,6	88,4	84,2
2	61	65,9	70,1	69,6
3	97,8	63,9	86,6	69,2
4	88,5	69,5	93,9	64,7
5	57	67,8	60,4	73,8
6	72,3	75,4	80,3	90,3
7	55,3	66,1	53,8	52,8
8	71,1	64,3	70,6	71,6
Média	73,54	69,19	75,51	72,03
DP	15,68	5,89	14,16	11,48

Grupo Não Supervisionado				
Participante	Pré intervenção		Pós intervenção	
	Flexores	Extensores	Flexores	Extensores
1	63,07	56,27	51,8	57,87
2	88,2	44,73	73,97	38,83
3	68,57	58,6	74,93	60,77
4	85,7	80,5	88,9	76,2
5	101	87	81,9	65,3
6	85,1	74,6	107,5	85,3
Média	81,94	66,95	79,83	64,05
DP	13,87	16,26	18,42	16,04

Pico de torque (N.m)	Grupo Controle				
	Participante	Pré intervenção		Pós intervenção	
		Flexores	Extensores	Flexores	Extensores
	1	78,97	58,17	63,93	57,63
	2	64,03	82,23	68,45	92,27
	3	91,8	76	81,5	66,4
	4	74,5	60,8	62,3	60,2
	5	74,6	57,4	68,6	58
	6	75,03	82,7	79	51,4
	Média	76,49	69,55	70,63	64,32
	DP	9,01	12,07	7,89	14,52

APÊNDICE J - Média e desvio padrão dos valores da espessura muscular do flexores e extensores de cotovelo dos grupos de treinamento de co-contração Supervisionado, treinamento de co-contração Não Supervisionado e Grupo Controle, nos momentos pré e pós intervenção.

Grupo Supervisionado				
Participante	Pré intervenção		Pós intervenção	
	Flexores	Extensores	Flexores	Extensores
1	28,73	44,55	32,91	40,92
2	33,39	32,47	34,91	36,09
3	36,85	42,34	37,77	49,36
4	39,51	37,02	32,23	45,9
5	33,37	41,99	35,93	40,61
6	34,32	33,23	40,22	31,85
7	35,07	45,85	33,67	32,51
8	28,27	33,06	34,65	38,27
Média	33,69	38,81	35,29	39,44
DP	3,79	5,51	2,65	6,12

Grupo Não Supervisionado				
Participante	Pré intervenção		Pós intervenção	
	Flexores	Extensores	Flexores	Extensores
1	42,48	48	41,71	46,18
2	37,41	35,02	38,27	34
3	37,56	41,82	38,53	39,73
4	36,95	34,61	31,42	28,79
5	42,73	36,46	41,08	38,13
6	44,49	32,17	42,16	36,82
Média	40,27	38,01	38,86	37,28
DP	3,33	5,85	3,99	5,81

Espessura muscular (mm)	Grupo Controle				
	Participante	Pré intervenção		Pós intervenção	
		Flexores	Extensores	Flexores	Extensores
	1	35,87	32,08	31,07	33,95
	2	42,12	33,8	32,91	36,33
	3	33,67	31,68	33,61	31,28
	4	32,28	35,53	29,63	32,37
	5	36,59	30,81	34,51	32,26
	6	30,14	34,11	32,62	33,94
	Média	35,11	33,00	32,39	33,36
DP	4,16	1,77	1,77	1,79	

APÊNDICE K - Média e desvio padrão dos valores da atividade mioelétrica normalizada dos grupos de treinamento de co-contracção Supervisionado, treinamento de co-contracção Não Supervisionado e Grupo Controle para os músculos bíceps braquial, tríceps braquial cabeça curta e tríceps braquial cabeça longa.

		Grupo Supervisionado					
		Pré intervenção			Pós intervenção		
		Participante	Bíceps Braquial	Tríceps braquial (cabeça curta)	Tríceps braquial (cabeça longa)	Bíceps Braquial	Tríceps braquial (cabeça curta) Tríceps braquial (cabeça longa)
Atividade mioelétrica normalizada (% do pico do RMS)	1		28,93	29,01	27,79	28,55	26,07 26,24
	2		21,08	25,35	20,62	21,73	20,88 24,72
	3		23,28	17,57	20,42	22,42	21,07 25,78
	4		22,94	25,96	22,82	23,43	30,37 25,2
	5		22,43	22,25	29,87	27,11	26,77 20,59
	6		23,05	24,74	25,89	26,99	24,2 23,95
	7		24,75	21,34	23,78	25,89	23,5 24,09
	8		24,3	26,29	26,46	23,38	19,63 27,29
	Média		23,85	24,06	24,71	24,94	24,06 24,73
	DP		2,34	3,55	3,38	2,51	3,59 2,01
		Grupo Não Supervisionado					
		Pré intervenção			Pós intervenção		
		Participante	Bíceps Braquial	Tríceps braquial (cabeça curta)	Tríceps braquial (cabeça longa)	Bíceps Braquial	Tríceps braquial (cabeça curta) Tríceps braquial (cabeça longa)
Atividade mioelétrica normalizada (% do pico do RMS)	1		22,91	28,3	23,35	19,89	22,85 18,09
	2		23,76	28,52	25,83	28,26	25,82 25,95
	3		25,03	23,72	20,93	21,46	21,32 19,62
	4		24,26	27,45	27,19	24,69	25,69 30,11
	5		18,64	22,8	26,57	16,86	19,13 25
	6		18,31	21,3	25,66	22,37	25,81 24,12
	Média		22,15	25,35	24,92	22,26	23,44 23,82
	DP		2,93	3,12	2,35	3,93	2,82 4,38

Atividade mioelétrica
normalizada
(% do pico do RMS)

Grupo Controle						
Participante	Pré intervenção			Pós intervenção		
	Bíceps Braquial	Tríceps braquial (cabeça curta)	Tríceps braquial (cabeça longa)	Bíceps Braquial	Tríceps braquial (cabeça curta)	Tríceps braquial (cabeça longa)
1	25,39	24,12	28,01	28,87	24,35	25,99
2	23,48	27,39	21,4	19,79	25,42	23,7
3	20,01	25,7	24,14	21,59	20,04	21,91
4	21,05	23,78	20,85	22,02	24,71	19,92
5	22,62	21,72	24,32	19,65	24,21	25,5
6	28,32	25,8	27,48	22,55	23,28	25,17
Média	23,48	24,75	24,37	22,41	23,67	23,7
DP	3,03	1,97	2,97	3,38	1,91	2,37

ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética Local

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Utilização do treinamento de co-contração como meio para manutenção do recrutamento, força e massa muscular.

Pesquisador: Matheus Machado Gomes

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 93694518.6.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.972.298

Apresentação do Projeto:

Vide versão anterior.

Objetivo da Pesquisa:

Vide versão anterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Vide versão anterior.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide versão anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide versão anterior.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

- 1) De acordo com a Resolução CNS n.º 466/2012, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais (parciais e final, em função da duração da pesquisa);
- 2) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-907

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

E-mail: cep90@usp.br

Continuação do Parecer: 2.972.298

CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada. Neste caso, o pesquisador deve aguardar nova aprovação do CEP para realizar os procedimentos de acordo com as mudanças solicitadas;

3) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas, colocando as assinaturas na última página;

4) Caso haja instituição(ões) coparticipante(s) no projeto, atender a solicitação da carta n.º 0212/CONEP/CNS, de 21 de outubro de 2010;

5) GARANTIR QUE NOS MOMENTOS DE ATIVIDADE FÍSICA SEMPRE HAJA PELO MENOS UM MEMBRO DA EQUIPE DE PESQUISA APTO A PRESTAR OS SOCORROS DE URGÊNCIA, INCLUSIVE MASSAGEM CARDÍACA E USO DO DEA, CASO NECESSÁRIO.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1154101.pdf	19/10/2018 16:17:36		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_apos_parecer_cep.docx	19/10/2018 16:16:54	NILSON RIBEIRO DOS SANTOS SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COMPLETO.docx	12/07/2018 16:41:21	NILSON RIBEIRO DOS SANTOS SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folha_rostoassinada.pdf	12/07/2018 16:33:58	NILSON RIBEIRO DOS SANTOS SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
 Bairro: VILA MONTE ALEGRE CEP: 14.040-907
 UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
 Telefone: (16)3315-0494 E-mail: cep90@usp.br

Continuação do Parecer: 2.972.298

RIBEIRÃO PRETO, 19 de Outubro de 2018

Assinado por:
Carlos Roberto Bueno Júnior
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE CEP: 14.040-907
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 E-mail: cep90@usp.br

ANEXO B - Escala de Borg

INSTRUÇÕES: Ao fim do treinamento, utilize esta tabela para classificar a percepção de esforço realizado pelo voluntário durante o exercício proposto.

ESCALA DE BORG ADAPTADA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO	
0	REPOUSO
1	DEMASIADO LEVE
2	MUITO LEVE
3	MUITO LEVE-LEVE
4	LEVE
5	LEVE-MODERADO
6	MODERADO
7	MODERADO-INTENSO
8	INTENSO
9	MUITO INTENSO
10	EXAUSTIVO

G. Borg, Borg's Perceived Exertion and Pain Scales, Human Kinetics, Champaign, IL, USA, 1998.

Data: 13/08/2021

ASSINATURA DO ALUNO
Nilson Ribeiro Dos Santos Silva

ASSINATURA DO ORIENTADOR
Prof. Dr. Matheus Machado Gomes