



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM E BIOCÊNCIAS
DOUTORADO

**Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes
Métodos de Intervalo no Treinamento de Força.**

Estêvão Scudese Dessimoni Pinto

Rio de Janeiro - RJ

Fevereiro / 2019

Estêvão Scudese Dessimoni Pinto

**Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes
Métodos de Intervalo no Treinamento de Força.**

Área de Concentração: Enfermagem, biociências, saúde, ambiente e cuidado.

Linha de pesquisa: Bases moleculares, celulares, sistêmicas e ambientais do
cuidado em saúde.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador:
Prof. Dr. Estélio Henrique Martin Dantas

Coorientadora:
Profa. Dra. Paula Paraguassú Brandão

Rio de Janeiro - RJ
2019

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

P659 Pinto, Estêvão Scudese Dessimoni
Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção
de Esforço em Diferentes Métodos de Intervalo no
Treinamento de Força. / Estêvão Scudese Dessimoni
Pinto. -- Rio de Janeiro, 2019.
126

Orientador: Estélio Henrique Martin Dantas.
Coorientadora: Paula Paraguassú Brandão.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Enfermagem e Biociências, 2019.

1. UNIRIO. I. Dantas, Estélio Henrique Martin,
orient. II. Brandão, Paula Paraguassú, coorient.
III. Título.

Estêvão Scudese Dessimoni Pinto

**Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes
Métodos de Intervalo no Treinamento de Força.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências,
da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito para obtenção
do título de Doutor em Ciências.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Estélio Henrique Martin Dantas
Presidente (UNIRIO)

Prof. Dr. Gilmar Weber Senna
1º Examinador (externo UNIRIO)

Prof. Dr. Cristiano Queiroz de Oliveira
2º Examinador (externo UNIRIO)

Profa. Dra. Paula Paraguassú Brandão
3º Examinador (UNIRIO)

Prof. Dr. Luiz Claudio Ribeiro Pereira
4º Examinador (UNIRIO)

Prof. Dr. Fabrizio Di Masi
Suplente (externo UNIRIO)

Profa. Dra. Joanir Pereira Passos
Suplente (UNIRIO)

AGRADECIMENTOS

Certo de que agradecer àqueles que me foram essenciais para esta jornada é regra de inafastável cortesia, desde já, faço-o com o sentimento de imensa gratidão. Repetir que sou grato aos meus pais, mestres e amigos, exprime muito menos do que desejo, por isso, tentarei condensar em palavras o sentimento que ora vivencio:

À minha mãe, a professora Sônia Regina Scudese, educadora, melhor amiga, modelo indelével de profissional e retrato de correção que não se impunha por cargos ou prestígios. Ao contrário, compartilhava sua ampla e alta cultura, educando sempre pelo exemplo. Mãe, levo-a comigo por toda vida. Obrigado, Sônia.

Ao meu Pai, o professor Alceu Machado Dessimoni Pinto, melhor amigo e mestre. Cheguei até aqui, porque tive exemplo e incentivo. Aprendi com sua história de que as condições mais adversas nos fortalecem, como a lapidação de um diamante. Mais tarde, testemunhei o seu esforço ímpar em prosseguir com minha formação após a perda de minha mãe, sua esposa. Pai, tenha certeza de que nos meus momentos de fraqueza, você é a minha maior força motriz. Obrigado por tudo.

À minha esposa Camilla Zarlotti Scudese Dessimoni, mulher da minha vida. É um privilégio tê-la por todo este tempo ao meu lado, firme nas horas mais difíceis, bem como nas grandes alegrias, sempre com aquele sentimento de que podemos e iremos conquistar o mundo juntos. Afinal, mar calmo não faz marinheiro bom, não é mesmo? Te amo pra sempre!

Ao excelentíssimo Dr. Estélio Henrique Martin Dantas, deixo registrado aqui Toda a minha admiração pela sua obra de vida. Com os seus mais de 570 trabalhos científicos publicados, não somente é um espelho para os demais colegas, mas é sobretudo, um exemplo para vida, personificação do lema do nosso exército brasileiro, “braço forte, mão amiga!”. Me sinto privilegiado por ter tido o senhor como mestre.

Ao excelentíssimo Dr. Gilmar Weber Senna, meu amigo e colega de profissão, que me resgatou para a vida acadêmica em 2007, ao liderar o extinto grupo de pesquisa em desempenho físico e saúde (DEFISA), da Universidade Católica de Petrópolis (UCP), e desde então, tem sido um grande modelo. Nunca irei me esquecer do dia em que você se emocionou na plateia do anfiteatro ao presenciar a leitura e entrega do meu grau de monografia em 2008. Já se foram 11 anos de parceria, luta, discussões, mas acima de tudo, amizade.

Ao excelentíssimo Dr. Cristiano Queiroz de Oliveira, pessoa pela qual possuo profunda admiração, respeito e sobretudo gratidão. Nossa área precisa de mais profissionais e líderes com o seu olhar. Muito obrigado pela confiança e por abrir as portas do laboratório de ciências do esporte e exercício (LaCEE-UCP) para que eu possa aprender a cada encontro com vocês.

À excelentíssima Dra. Paula Paraguassú Brandão, que integra este time de ouro do nosso laboratório de biociências da motricidade humana (LABIMH-UNIRIO). Paula, aprendo muito com sua forma sincera, direta e profissional de conduzir as tarefas do laboratório.

Ao excelentíssimo Dr. Vitor Agnew Lira, que me recebeu de braços abertos em seu laboratório no departamento de fisiologia humana da Universidade de Iowa (UI-IA, EUA). Esta imersão no ano de 2017 me gerou um crescimento de uma década tanto acadêmico quanto pessoal. Este maravilhoso tempo de orientação *Iowa City* e *Coralville*, levo-o comigo para a vida.

Ao meu colega de doutorado Jordan David Fuqua, meu companheiro de laboratório, estudo e risadas, que abriu as portas de sua casa para me receber e me mostrou um pouco de sua cultura do bom e velho meio-oeste americano.

Eu não seria merecedor de chegar neste momento se não exaltasse aqueles que direta ou indiretamente me trouxeram até aqui. Muito obrigado a todos.

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a meu filho, Benício Zarlotti Scudese Dessimoni. Fazem apenas quatro meses que você chegou para mudar completamente o sentido da minha vida. Eu e sua mãe já te amávamos desde antes de você nascer, mas agora que você está aqui, esse sentimento se multiplicou. Vejo nos teus olhos toda a nossa herança antepassada ao mesmo tempo que vislumbro o futuro. Sua vida é um livro em branco, as possibilidades de preencher as páginas são infinitas, farei o que estiver ao meu alcance para que você possa ter os melhores exemplos de homem, pai e amigo. Chegar até aqui não foi fácil, mas é exatamente por isso que estou aqui. Quando as coisas ficarem bastante difíceis, lembre-se disto.

EPÍGRAFE

“Nada é bastante ao homem para quem tudo é demasiado pouco.”

Epicuro

Scudese, E.D.P. **Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes Métodos de Intervalo no Treinamento de Força.** 2018. Tese (Doutorado em Biociências). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) Rio de Janeiro, 2019.

RESUMO

O objetivo geral desta tese de doutorado foi avaliar os efeitos de diferentes métodos de intervalo entre as séries do treinamento de força sobre as respostas inflamatórias, lesão muscular e percepção de esforço. Para isso, 10 homens treinados ($27,5 \pm 4,2$ anos, $81,7 \pm 8,5$ kg, $177,0 \pm 6,1$ cm, $9,86 \pm 3,25$ %G, força relativa no supino: $1,28 \pm 0,17$ kg/kg⁻¹, força relativa no *leg press*: $3,5 \pm 0,91$ kg/kg⁻¹) realizaram testes de força para 10 repetições (10-RM) para os exercícios de supino horizontal (SH) e *leg press* (LP). Na semana seguinte após o reteste de força, os participantes foram ordenados de forma alternada para a realização de duas visitas separadas por uma semana, constituídas por cinco séries submáximas de 10 repetições a 85% de 10-RM, para os exercícios de SH e LP com três minutos de intervalo fixado para recuperação ativa (RA) e passiva (RP), garantindo a equalização do volume em ambas as situações. O esforço percebido (EP) foi verificado após a conclusão de cada série através da escala *Omni-Res*. Amostras de sangue foram coletadas imediatamente antes da realização dos exercícios, três, seis, 12, e 24 horas após o exercício para a verificação dos marcadores de lesão tecidual (CK, LDH), contagem de células brancas (leucócitos, neutrófilos, linfócitos e monócitos) e citocinas (IL-1 β , IL-5, IL-6, IL-10, INF- γ , TNF- α e GM-CSF). Para as análises estatísticas, utilizamos a ANOVA para medidas repetidas e caso necessário, múltiplas comparações foram realizadas através do *post-hoc* de Tukey. Para determinar a magnitude dos achados, o cálculo do tamanho do efeito foi realizado. Para os dados de EP, o teste de Friedman seguido do *post-hoc* de Dunnett foram utilizados para comparações múltiplas. Para o método de RA, encontramos elevações progressivas em CK (pré < 3h < 6h < 12h), sem alterações em LDH, e elevações progressivas em leucócitos e neutrófilos (pré < 3h < 6h < 12h) e em parte, para os linfócitos e monócitos (pré < 6 e 12h). Para as citocinas pró-inflamatórias observamos aumentos no TNF- α (pré < 6 e 12h < 24h), IL-1 β (pré < 6 e 12h) e GM-CSF (pré e 24h < 12h) e sem diferenças para os valores de INF- γ . Para as citocinas anti-inflamatórias verificamos aumentos em IL-6 (pré e 6h < 12h) e IL-10 (pré < 12h) com reduções pontuais de IL-5 (12 e 24h < pré). Já para os dados da RP, os valores de CK foram maiores em todas as verificações comparadas ao pré-exercício (pré < 3, 6, 12 e 24h), e uma elevação pontual para a LDH (pré, 3, 6 e 24 < 12h), sem alterações para leucócitos, neutrófilos e monócitos com uma elevação pontual dos linfócitos (pré e 3 < 24h). Para as citocinas pró-inflamatórias ocorreram elevações pontuais em TNF- α (pré < 12h), IL-1 β (pré e 24h < 12h), GM-CSF (pré e 24h < 12h), e sem diferenças para os valores de INF- γ . Para as citocinas anti-inflamatórias verificamos aumentos em IL-6 (pré, 6 e 24h < 12h), IL-10 (pré, 6 e 24h < 12h), e IL-5 (6h < pré, 12 e 24h). Ambos os métodos desencadearam aumentos do EP em relação à primeira série (SH, $p < 0,001$; LP, $p < 0,001$). Contudo, a RA antecipou as elevações em uma série para o SH e apresentou elevações em comparação com a RP todas as séries para o LP. Concluimos que a RA foi um fator intensificador da sessão de treinamento pela maior duração geral da inflamação e elevação da percepção de esforço.

Palavras-chave: Força muscular, Treinamento, Biomarcadores e Educação Física.

Scudese, E.D.P. **Inflammatory Response, Muscle Damage and Perceived Exertion in Distinct Resistance Exercise Recovery Methods.** 2018. Thesis (Bioscience Doctorate). Federal University of State of Rio de Janeiro (UNIRIO) Rio de Janeiro, 2019.

ABSTRACT

The overall aim of this doctoral thesis was to investigate the effects of distinct resistance exercise recovery methods on inflammatory responses, muscle damage and perceived exertion. Therefore, 10 trained men (27.5 ± 4.2 years, 81.7 ± 8.5 kg, 177.0 ± 6.1 cm, 9.86 ± 3.25 % of body fat, bench press relative strength: 1.28 ± 0.17 kg/kg⁻¹, leg press relative strength: 3.5 ± 0.91 kg/kg⁻¹) performed 10 repetitions maximum (10-RM) tests for the barbell bench press (BP) and leg press (LP) exercises. A week after the load retest, subjects were alternately ordered in two visits separated by one week, consisting of five submaximal sets of 10 repetitions at 85% of 10-RM, for the BP and LP exercises with three minutes of rest fixed for either active (AR) and passive recovery (PR), to ensure total volume equalization. Perceived exertion (PE) was verified through the Omni-Res scale. Samples were collected pre-exercise, three, six, 12- and 24-hours post-exercise intending to check for muscle damage biomarkers (CK, LDH), white cell count (leukocytes, neutrophils, lymphocytes and monocytes) and cytokines (IL-1 β , IL-5, IL-6, IL-10, INF- γ , TNF- α e GM-CSF). The ANOVA for repeated measures were used for statistical analyses and if necessary, multiple comparisons were performed by the *Tukey post-hoc*. To determine the magnitude of the findings, the effect size was calculated. To verify EP data, the Friedman test, was performed followed by Dunnett's post-hoc test for multiple comparisons. For the AR method, we found progressions in CK (pre < 3h < 6h < 12h), with no changes in LDH, and progressive elevations in leukocytes and neutrophils (pre < 3h < 6h < 12h), and partially in lymphocytes and monocytes (pre < 6 and 12h). Pro-inflammatory cytokines did show increases in TNF- α (pre < 6 and 12h < 24h), IL-1 β (pre < 6 and 12h) and GM-CSF (pre and 24h < 12h) with no differences in INF- γ . For anti-inflammatory cytokines, increases in IL-6 (pre and 6h < 12h) and IL-10 (pre < 12h) with a single reduction in IL-5 (12 and 24h < pre). On the PR data, CK values were higher in all tests compared to pre-exercise (pre < 3, 6, 12 and 24h), with a single spike in LDH (pre, 3, 6 and 24 < 12h), without alterations for leukocytes, neutrophils and monocytes with a single elevation in lymphocytes (pre and 3 < 24h). Pro-inflammatory cytokines were elevated in TNF- α (pre < 12h), IL-1 β (pre and 24h < 12h), GM-CSF (pre and 24h < 12h), with no differences in INF- γ . For anti-inflammatory cytokines, increases in IL-6 (pre, 6 and 24h < 12h), IL-10 (pre, 6 and 24h < 12h), and IL-5 (6h < pre, 12 and 24h) were found. Both protocols triggered increases in EP compared to the first set (SH, $p < 0.001$; LP, $p < 0.001$). However, AR anticipated the elevations for the SH and in all sets for the LP compared to PR. We concluded that AR was a great enhancer of the exercise intensity, promoting longer overall duration of inflammation and higher perceived exertion.

Keywords: Muscular Strength, Training, Biomarkers and Physical Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1: Esquematização dos procedimentos experimentais.....	46
Figura 2: Momentos das coletas sanguíneas	47
Figura 3: Concentrações de CK no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	50
Figura 4: Concentrações de LDH no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	52
Figura 5: Contagem total de leucócitos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	54
Figura 6: Contagem de neutrófilos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	56
Figura 7: Contagem de linfócitos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	58
Figura 8: Contagem de monócitos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	60
Figura 9: Concentrações de IL-1 β no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	62
Figura 10: Concentrações de IL-10 no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	64

Figura 11: Concentrações de IL-6 no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	66
Figura 12: Concentrações de GM-CSF no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	68
Figura 13: Concentrações de IL-5 no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	70
Figura 14: Concentrações de INF- γ no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	72
Figura 15: Concentrações de TNF- α no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.....	74

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1: Características da amostra.....	49
Tabela 2: Tamanho do efeito para CK entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	51
Tabela 3: Tamanho do efeito para LDH entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	53
Tabela 4: Tamanho do efeito para contagem total de leucócitos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	55
Tabela 5: Tamanho do efeito para contagem de neutrófilos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	57
Tabela 6: Tamanho do efeito para contagem de linfócitos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	59
Tabela 7: Tamanho do efeito para contagem de monócitos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	61
Tabela 8: Tamanho do efeito para IL-1 β entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	63
Tabela 9: Tamanho do efeito para IL-10 entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	65
Tabela 10: Tamanho do efeito para IL-6 entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	67
Tabela 11: Tamanho do efeito para o GM-CSF entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	69
Tabela 12: Tamanho do efeito para IL-5 entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	71

Tabela 13: Tamanho do efeito para IFN- γ entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	73
Tabela 14: Tamanho do efeito para TNF- α entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.....	75
Tabela 15. Esforço percebido (EP) para cada série de ambos os exercícios nos distintos intervalos (mediana e intervalo interquartil).	76

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM - Colégio americano de medicina do esporte

ADP - Adenosina difosfato

AMP - Adenosina monofosfato

ASC - Área sob a curva

ATP - Adenosina trifosfato

ATPase - Enzima miosina adenosina trifosfatase

CK - Creatina quinase

Cm - Centímetro

CSF-2R - Fator estimulador de colônia de granulócitos

EMG - Espectro de frequência eletromiográfica

EP - Esforço percebido

GM-CSF - Fator estimulador de colônias de macrófagos e granulócitos

H⁺ - Íons de hidrogênio

IL-1 - Interleucina-1

IL-1ra - receptor antagonista de interleucina-1

IL-1 α - Interleucina-1 alfa

IL-1 β - Interleucina-1 beta

IL-2 - Interleucina-2

IL-3 - Interleucina-3

IL-4 - Interleucina-4

IL-5 - Interleucina-5

IL-6 - Interleucina-6

IL-10 - Interleucina-10

INF- γ - Interferon-gama

JAK2 - Janus quinase-2

kDa - quilo Dalton

Kg - Quilograma

LDH - Lactato desidrogenase

LP - *Leg Press*

MAPK - Proteíno-quinases ativadas por mitógenos

mRNA - Mensageiro de ácido ribonucleico

NK - *Natural killers*

Omni-Res – Escala Omni para o treinamento de força

PAR-Q - Questionário de prontidão para atividade física

PCR - Proteína C reativa

PI - Fosfato inorgânico

PI3K - Fosfoinosítídeo 3-quinase

QFCA - Questionário de frequência de consumo alimentar

RA – Recuperação ativa

RM - Repetição máxima

RP - Recuperação passiva

SH - Supino horizontal com barras e anilhas

STAT5 - Transdutor de sinal e ativador de transcrição 5

TF - Treinamento de Força

TNF- α - Fator alfa de necrose tumoral

VO2Máx - Volume máximo de oxigênio

%G - Percentual de gordura corporal

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CIRCUNSTÂNCIAS DO ESTUDO	Pág.
1.1 Introdução	01
1.2 Problematização	06
1.3 Objetivo	07
1.3.1 Objetivo geral	
1.3.2 Objetivo específico	
1.4 Hipóteses de estudo	08
1.4.1 Hipótese substantiva	
1.4.2 Hipótese estatística	
1.4.3 Hipótese nula	
1.4.4 Hipóteses derivadas	
1.5 Relevância do Estudo	08
1.6 Inserção Epistemológica do Cuidado	09
1.7 Dificuldades e limitações encontradas	10
CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1 O treinamento de força	10
2.1.2 Tempo de Intervalo Entre as Séries no Treinamento de Força	
2.1.3 Diferentes Métodos de Intervalo Entre as Séries	
2.1.4 Tempo de Intervalo e Esforço Percebido (EP)	
2.2 Fadiga muscular.....	22
2.3 Creatina Quinase.....	24
2.4 Lactato desidrogenase.....	24
2.5 Tempo de Intervalo e Dano Muscular.....	24
2.6 Tempo de Intervalo e Contagem Leucocitária.....	27
2.7 Inflamação	29
2.8 Citocinas	30
2.8.1 Citocinas pró-inflamatórias	
2.8.1.1 Fator de necrose tumoral alfa (TNF- α)	
2.8.1.2 Interferon Gama (INF- γ)	
2.8.1.3 Interleucina 1 beta (IL-1 β)	

2.8.1.4 Fator Estimulador de Colônias de Macrófagos e Granulócitos (GM-CSF)

2.8.2 Citocinas anti-inflamatórias

2.8.2.1 Interleucina 6 (IL-6)

2.8.2.2 Interleucina 10 (IL-10)

2.8.2.3 Interleucina 5 (IL-5)

CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Delineamento do estudo 39

3.2 Universo, Amostragem e Amostra 39

3.2.1 Universo

3.2.2 Amostragem

3.2.3 Amostra

3.3 Materiais e Métodos..... 41

3.3.1 Teste de força (10-RM)

3.3.2 Coleta de sangue, movimentação, armazenagem e descarte

3.3.3 Parâmetros hematológicos, marcadores de lesão e contagem de células brancas

3.3.4 Citocinas

3.3.5 Procedimentos para obtenção da taxa de esforço percebido

3.4 Procedimentos Experimentais 44

3.4.1 Rotina experimental

3.4.2 Controle alimentar

3.5 Análise Estatística 48

3.5.1 Estatística descritiva

3.5.2 Estatística inferencial

CAPÍTULO IV – RESULTADOS, DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

4.1 Resultados 49

4.1.1 Característica da amostra

4.1.2 Reprodutibilidade das cargas

4.1.3 Resultados para lesão tecidual muscular

4.1.4 Resultados para contagem leucocitária

4.1.5 Resultados para resposta inflamatória

4.1.6 Resultados para o esforço percebido	
4.2 Discussão	76
4.3 Conclusão	88
4.4 Recomendações	90
CAPÍTULO V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
Anexos	106
Apêndices.....	124

CAPÍTULO I

1. CIRCUNSTÂNCIAS DO ESTUDO

1.1 Introdução

O crescente interesse em saúde fomenta o desenvolvimento das ciências biológicas, que cada vez mais, apontam para a importância da adesão de um programa de exercícios físicos regulares como uma das principais estratégias de suporte às aptidões físicas e à saúde mental para as mais diversas populações (ACSM, 2011). Embora o exercício desencadeie ajustes em diversos tecidos (KEMI *et al.*, 2010; XU *et al.*, 2011; MATSUI *et al.*, 2011; PADILHA *et al.*, 2011), as adaptações no músculo estriado esquelético estão entre as mais estudadas e relevantes (LIRA *et al.*, 2010; YAN, *et al.*, 2011; ACSM, 2009a).

A musculatura estriada esquelética representa aproximadamente 45% da massa corporal de um homem adulto jovem, e em condições normais, representa o tecido mais abundante no corpo humano, primordial para nossa locomoção, desempenho físico, metabolismo e modulador das vias de sinalização envolvidas no controle da síntese e degradação proteica (COSTAMAGNA *et al.*, 2015).

Recentemente, o tecido muscular tem sido discutido como um integrante ativo dos sistemas endócrino e imunológico com capacidade de exercer diversos ajustes agudos e crônicos em resposta à imposição de resistências externas (PEAKE *et al.*, 2015). A consequência de tais sobrecargas é a geração de torque nos ossos e articulações, produção de movimento, ou mesmo nenhum movimento (contrações isométricas) para resistir à alguma carga imposta (EYCKMANS *et al.*, 2011). Sob um ponto de vista morfológico, os músculos são um tecido extraordinário e único formados por uma arquitetura muito complexa de subunidades de fibras distintas (FRY, 2004).

Existem vários tipos de fibras musculares com características muito específicas que podem ser classificadas por suas propriedades de coloração da enzima miosina adenosina trifosfatase (ATPase) encontrada na região globular da cabeça de miosina, também conhecida como unidade de miosina S-1 (STARON, 1997; FRY, 2004). As variações específicas e distintas das características permitiram distinguir três grandes tipos de fibras; I, IIA e IIB com suas características funcionais foram relacionados à velocidade da atividade enzimática (FRY, 2004).

Ao analisar a velocidade desta atividade enzimática, as fibras de tipo I possui uma taxa lenta quando comparadas com a IIB que são as mais rápidas. Uma

investigação mais aprofundada permitiu uma maior classificação de fibras híbridas que são intermediárias para esses três principais tipos, totalizando sete fibras distintas, aqui apresentadas da velocidade mais lenta à taxa de atividade enzimática mais rápida e, portanto, contração; I, IC, IIC, IIAC, IIA, IIAB, IIB (FRY, 2004).

Essas características específicas desempenham um papel importante na morfologia do músculo esquelético tornando suas propriedades muito únicas. Por exemplo, dependendo do conteúdo específico do tipo de fibra e distribuição, os músculos podem ser bastante distintos em aspectos e função que poderá afetar diretamente os níveis gerais de aptidão muscular (STARON RS, 1997).

A aptidão muscular é uma das cinco valências físicas citadas pelo ACSM (2011) ao lado da aptidão cardiorrespiratória, neuromotora, flexibilidade e composição corporal, como peça fundamental para o aprimoramento da saúde global de um indivíduo. Especificamente com relação à aptidão muscular, o treinamento de força (TF) é considerado o método mais eficiente para o aprimoramento da força, potência e resistência muscular (ACSM, 2009a).

Essas características específicas da aptidão muscular podem ser enfatizadas através da manipulação adequada de variáveis como a intensidade de carga, volume e tempo de intervalo entre as séries. Revisões de literatura sobre o tema sugeriram que a manipulação da variável tempo de intervalo entre as séries promove respostas agudas diversas tanto quanto distintas adaptações crônicas nos sistemas neuromuscular e endócrino (GRGIC J *et al.*, 2018; de SALLES BF, *et al.*, 2009).

Independente de outras variáveis de treinamento, o intervalo entre as séries tem um grande efeito agudo sobre o desempenho das repetições (SCUDESE *et al.*, 2015; SENNA *et al.*, 2009; 2011; 2012; 2015; 2016; WILLARDSON e BUERKETT 2005; 2006a; 2006b), respostas neuromusculares crônicas (WILLARDSON & BUERKETT, 2008), respostas agudas do sistema endócrino (AHTIAINEN *et al.*, 2005; RAHIMI *et al.*, 2010; Scudese *et al.*, 2016) e das respostas agudas no sistema cardiorrespiratório (RATAMESS *et al.*, 2007).

Contudo, deve-se ter cautela ao interpretar estudos agudos que demonstram elevações dos níveis hormonais (testosterona livre e total, GH e cortisol) nas janelas de pós-treinamento, pois embora apresentem diferenças drásticas entre distintos tempos de recuperação de forma aguda (SCUDESE *et al.*, 2016; VILLANUEVA *et al.*, 2012; RAHIMI *et al.*, 2010), os achados de estudos crônicos não parecem

corresponder de forma direta a esses achados (AHTIAINEN *et al.*, 2005; BURESH; BERG; FRENCH, 2009). Segundo AHTIAINEN *et al.*, (2005), intervalos curtos (dois minutos) ou longos (cinco minutos) parecem não influenciar de forma diferenciada, as respostas hormonais basais, o lactato sanguíneo, a atividade eletromiográfica, força muscular e hipertrofia muscular ao treinamento em diferentes fases do treinamento. Nesse estudo, 13 indivíduos treinados foram divididos em dois grupos e realizaram de forma alternada três meses de intervalos curtos e três meses de intervalos longos em seus treinamentos.

Outra resposta aguda que deve ser bem elucidada para o ideal entendimento das respostas fisiológicas ao TF são as respostas inflamatórias (HAWKE, 2005; SAXTON *et al.*, 2003) e imunológicas ao TF (PEDERSEN e HOFFMAN-GOETZ, 2000; RISOY *et al.*, 2003; KRAEMER *et al.*, 1996; MAYHEN *et al.*, 2004). O tecido muscular é extremamente ativo e susceptível à remodelação, principalmente quando sofre estímulos de sobrecarga. Neste cenário os músculos exercem importante função parácrina atuando no desenvolvimento, regeneração e angiogênese (PEAKE *et al.*, 2015).

Tais ações mecânicas servem de estímulos indutores de inflamação, por meio da liberação de espécies reativas de oxigênio por células necróticas causadas por danos ao músculo esquelético (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Cultura de células fornecem informações importantes sobre a secreção de células musculares esqueléticas de citocinas no contexto de trauma, sepse ou condições inflamatórias crônicas (PEAKE *et al.*, 2015).

Mioblastos e miotubos expressam e secretam citocinas *in vitro* em resposta a uma ampla gama de estímulos. ATP, peróxido de hidrogênio, xantina / xantina-oxidase, óxido nítrico e epinefrina são produzidos durante o exercício através de reações de redução e atividade nervosa autonômica. Estes agentes regulam diretamente a síntese de citocinas pelas células musculares esqueléticas ativando várias vias de sinalização (CLARKSON e HUBAL, 2002; ROBERTSON *et al.*, 1993).

Mais especificamente, a respeito das relações entre estas respostas e o tempo de intervalo entre as séries do TF, estudos que verificam a influência do intervalo no TF têm apontado para um aumento no recrutamento leucocitário para o sangue em função de uma migração deste tipo celular aos músculos danificados devido ao

processo de reparo e regeneração tecidual (FLYNN *et al.*, 1999; KILGORE *et al.*, 2002; KRAEMER *et al.*, 1996 RAASTAD *et al.*, 2003).

Quando investigamos os fatores determinantes para a uma precisa prescrição do tempo de intervalo, Willardson (2006) apresentou as variáveis agudas que podem interferir para determinar o tempo de intervalo ideal entre as séries subsequentes do treinamento de força. Dentre os principais fatores intervenientes para a prescrição do intervalo entre séries o autor destacou: se o intervalo seria composto por recuperação ativa (RA) ou recuperação passiva (RP) entre as séries, a ordem e seleção dos exercícios no treino, magnitude de carga incorporada, massa muscular envolvida, histórico de treinamento, composição de fibra muscular, circuito versus séries consecutivas, treino de falha concêntrica versus treino sem o alcance da falha e por fim o tipo de ação muscular. Mais especificamente, sobre métodos de intervalo, são raros os trabalhos em que se investigaram a real influência de estratégias como a RA. E quando falamos de métodos de RA, é importante lembrar que eles podem ser classificados em duas grandes categorias: RA aeróbia geral ou RA músculo-específica (SCUDESE *et al.*, 2018).

Em um estudo pioneiro realizado por Hannie *et al.* (1995), os autores verificaram a influência da RA aeróbia realizada em bicicleta ergométrica comparado a RP no treinamento de força. Os autores estipularam dois minutos de intervalo para ambas as recuperações, contudo, ao realizar a RA ergométrica, parte deste período foi executado em um ciclo-ergômetro a 45% do pico de VO₂. A verificação foi realizada no exercício supino reto com barra e anilhas e os indivíduos estimulados a efetuarem o máximo de repetições que conseguissem executar com cargas para 65% de 1RM. Os autores observaram uma melhor recuperação entre as séries, e verificaram uma maior produção de força isométrica verificada ao longo da RA em relação ao protocolo passivo. Segundo o autor, a remoção de lactato e íons de H⁺ da musculatura foi mais eficiente a 45% do VO₂máx do que quando comparada a RP. Até a divulgação deste trabalho, nenhum outro estudo havia analisado a RA no desempenho de repetições no TF.

Em um outro experimento, foi sugerido que uma RA para o mesmo grupamento muscular, poderia ocasionar uma elevação no potencial de ativação neuromuscular, possivelmente com aprimoramento de uma determinada tarefa (RHEA e KENN., 2009). Mais especificamente, Rhea e Kenn (2009) analisaram os efeitos da utilização

de uma RA comparado a RP na potência muscular durante o exercício do agachamento. O tempo de intervalo foi de três minutos para ambas situações, no qual para a RP o intervalo era feito sentado em uma cadeira, e a RA realizada através de 30 segundos de agachamentos em uma plataforma de vibração corporal, após dois minutos de intervalo passivo.

De modo surpreendente, os autores observaram que embora tenha ocorrido um aumento da sensação de fadiga ao realizar a RA comparado a RP, parece ter havido um incremento na potência muscular verificada na execução subsequente do exercício de agachamento para esta condição de intervalo (RA). Os autores concluíram que a realização da RA pode ter contribuído para um aumento no potencial de pré ativação logo antes da entrada no exercício alvo.

No entanto, até este momento, nenhum estudo havia comparado diferenças no desempenho de repetições entre RA e RP que envolvesse recuperações realizadas com o mesmo grupo muscular de um exercício alvo (RA músculo-específica). Até que Scudese *et al.*, (2011) analisaram as influências de diferentes recuperações sobre o número de repetições a cada série, número total de repetições, e verificaram a condição do esforço percebido (EP) antes e após a entrada de cada série. Neste experimento, 14 homens treinados em força realizaram quatro séries de 10 repetições máximas (10RM) para o exercício supino horizontal barra e anilhas. Após os testes de carga, os indivíduos realizaram duas visitas em distribuição aleatória para dois modelos de intervalo entre séries (ativo e passivo).

Em ambas as visitas, o tempo de intervalo foi estabelecido para dois minutos. Para a RA, os indivíduos permaneciam deitados em decúbito dorsal, como na posição de execução do supino horizontal barra e anilhas, e realizavam movimentos com a resistência do próprio peso dos membros superiores durante todo o tempo de dois minutos de intervalo. Os movimentos eram realizados com os braços estendidos lateralmente ao corpo na altura dos ombros, abrangendo um ângulo de 90° entre flexão e extensão horizontal do braço. A cadência foi estipulada pelo uso de um metrônomo da marca Sony Ericsson® ajustado para 80 pulsos por minuto, onde a cada pulso, os indivíduos realizavam uma fase do movimento (concêntrica ou excêntrica). Deste modo, os indivíduos faziam um total de 40 movimentos de completos por minuto, ou 80 movimentos ao longo da duração total de cada intervalo ativo entre séries (dois minutos). Já para o método de RP, os sujeitos foram instruídos

a permanecerem deitados em decúbito dorsal, porém, sem realizar qualquer movimento ao longo de toda a recuperação (dois minutos) entre cada uma das quatro séries de 10RM.

Os autores observaram que embora com elevados valores de classificação do EP sendo obtidos pelo método de RA quando comparado ao método passivo, o que indicava um aumento da sensação de desconforto periférico (para a musculatura exigida) e central, os indivíduos eram capazes de desempenhar tanto as repetições a cada série, quanto o número total de repetições ao final das quatro séries sem apresentar nenhum efeito deletério ou de incremento de desempenho entre as distintas recuperações.

Scudese *et al.*, (2016a) verificaram a influência de diferentes métodos de intervalo entre séries para a recuperação e desempenho agudo de quatro séries de 10RM em que os indivíduos realizavam intervalos de dois minutos em RP, e dois minutos em RA realizados em esteira ergométrica com intensidade de 45% do VO₂ Máx. Embora reduções progressivas tenham ocorrido em ambos protocolos de intervalo, os autores não observaram diferenças para o número total de repetições completadas e área sob a curva (ASC) entre as distintas recuperações (RA e RP).

Recentemente, Scudese *et al.*, (2018) não encontraram diferenças para o volume total de repetições em uma sessão de TF para membros inferiores realizados em RA (para a mesma musculatura) ou RP, embora os dados do EP tenham evidenciado um aumento da intensidade geral da sessão realizada com o método de RA.

Contudo, mesmo que haja um atual e crescente interesse tanto nos centros de treinamento quanto no campo das pesquisas sobre as reais influências de diferentes métodos de intervalo, ainda são escassas as evidências acerca deste fenômeno. Principalmente quando se trata de evidências científicas que investigaram tais peculiaridades com as respostas inflamatórias e de lesão tecidual em praticantes do TF, evidenciando uma grande lacuna do conhecimento acerca deste tema.

1.2 Problematização

Parece que o tipo de intervalo selecionado, seja ele ativo para a mesma musculatura, ativo para outras musculaturas ou passivo, poderá desencadear uma série de respostas fisiológicas distintas podendo afetar de forma aguda o desempenho

das repetições subsequentes (WILLARDSON, 2006). Esta sucessão de eventos agudos pode desencadear ajustes crônicos importantes para o desenvolvimento dos objetivos do praticante (SPIERING, 2008; TOIGO e BOUTELLIER, 2006). Há forte relação entre o volume e intensidade do treinamento proposto e as respostas inflamatórias e dano tecidual decorrentes da prescrição (PHILLIPS *et al.*, 2010; PEAKE *et al.*, 2006; SPIERING, 2008).

Ao mesmo tempo, diferentes tipos de intervalo como recuperações ativas já apresentaram potencial para aumentarem as sensações de esforço percebido (SCUDESE *et al.*, 2011). Deste modo, compreender as respostas inflamatórias, dano tecidual em conjunto com o esforço percebido pode ser de imensa valia no intuito de elucidar os mecanismos fisiológicos e suas interações decorrentes da manipulação aguda do método de intervalo entre séries.

Embora em constante crescimento, o atual estado da arte relacionado aos métodos de recuperação (ativa ou passiva) é escasso e ainda não apresenta um consenso para aplicação de um método em detrimento do outro (SCUDESE *et al.*, 2018; 2016a; 2011; VALENZUELA; DE LA VILLA; FERRAGUT, 2015; RHEA e KENN, 2009; WILLARDSON, 2006).

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente estudo foi verificar os efeitos de diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF sobre as respostas inflamatórias, dano tecidual e percepção de esforço.

1.3.2 Objetivos específicos

Verificar os efeitos dos diferentes métodos de recuperação (ativa e passiva) entre as séries do TF sobre os marcadores de lesão tecidual (CK e LDH).

Verificar os efeitos dos diferentes métodos de recuperação (ativa e passiva) entre as séries do TF sobre as respostas inflamatórias (contagem total leucocitária e seus subtipos: neutrófilos, linfócitos, monócitos; e expressão de citocinas: IL-1 β , IL-10, IL-6, GM-CSF, IL-5, INF- γ , e TNF- α).

Verificar os efeitos dos diferentes métodos de recuperação (ativa e passiva) entre as séries do TF sobre as respostas do esforço percebido.

1.4 Hipóteses de estudo

Diante dos problemas levantados propõem-se as seguintes hipóteses substantivas e estatísticas:

1.4.1 Hipótese substantiva

H_s – A implementação do método de intervalo ativo para a mesma musculatura exercitada em ambos os exercícios deverá acarretar em incrementos nos marcadores de inflamação muscular e dano tecidual para os indivíduos treinados quando comparado a execução do método passivo de recuperação.

1.4.2 Hipótese estatística

As hipóteses estatísticas são suposições acerca da distribuição de uma variável aleatória apresentadas nas formas nula e derivadas, e a partir da última, são apresentadas duas hipóteses de aceitação ou rejeição do nível de $p \leq 0,05$.

1.4.3 Hipótese nula

H₀ – A hipótese antecipa que não ocorrerão modificações nos marcadores de inflamação muscular e dano tecidual entre os diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF para os indivíduos treinados.

1.4.4 Hipóteses derivadas

H₁ – Antecipam-se modificações significativas para $p \leq 0,05$ para os marcadores de inflamação muscular entre os diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF para os indivíduos treinados.

H₂ - Antecipam-se modificações significativas para $p \leq 0,05$ para os marcadores de dano tecidual muscular entre os diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF para os indivíduos treinados.

1.5 Relevância do estudo

A relevância da pesquisa está no aumento do entendimento pela aplicação de diferentes modelos de intervalo entre séries do TF, de modo que os profissionais da área possam se beneficiar destes novos dados acerca das respostas desencadeadas desta manipulação aguda de modo a tentar conduzir os desfechos fisiológicos esperados com maior precisão. Especificamente sobre a possibilidade de decidir implementar ou não, modelos de intervalo ativo entre as séries como novas

ferramentas de prescrição adicionando novas possibilidades às recomendações já conhecidas.

O ineditismo da observação do efeito nos marcadores inflamatórios e de lesão tecidual muscular após o TF realizado com diferentes métodos de intervalos entre as séries, poderá ampliar as possibilidades de prescrição de intervalos com recuperações ativas ou passivas de acordo com o objetivo e fase do treinamento em questão.

1.6 Inserção Epistemológica do Cuidado

Acredita-se que o ato de cuidar seja uma das mais antigas relações humanas que possa existir. Cuidar do filho, da parceira, do ferido, com o objetivo de garantir e preservar as funções vitais do outro, tem por finalidade assegurar a continuidade da vida do grupo e da espécie. Contudo, este ato tão humano e antigo vem sofrendo transformações de ordem fundamental, uma vez que com o passar dos séculos, ganha caráter cada vez mais profissional, biomédico até mesmo celular. Para Terra *et al.*, (2006) esta provocação ganha corpo ao elaborar sobre o distanciamento entre cuidador e cuidado, fazendo um alerta para as abordagens tecnicistas das últimas décadas. Sendo o ato de cuidar uma ação que se manifesta na preservação do potencial saudável de um indivíduo e depende de uma concepção ética que contemple a vida como um bem valioso em si (SOUZA *et al.*, 2005), podemos traçar um paralelo entre estes dois trabalhos e o papel tão fundamental que possui um profissional da saúde como um treinador ou professor de educação física, no qual é confiado o aprimoramento da saúde física e mental dos seus alunos e atletas. Para Waldow, Lopes e Meyer (1998), o ato de cuidar consiste em transmitir esforços de um ser humano para outro, visando proteger, promover e preservar a humanidade, ajudando pessoas a encontrar significados na doença, sofrimento e dor, bem como, na existência. E ademais, auxiliando a outra pessoa a obter autoconhecimento, controle e auto cura. Por vezes, experiências extremamente similares sentidas na relação treinador/atleta, professor/aluno. É sabido que para a prevenção e tratamento de diferentes doenças é fundamental que o indivíduo altere o seu estilo de vida, sendo que a educação para o autocuidado e prevenção seja de fato uma das formas mais eficientes para promover a saúde (WILLIAMS, 2010).

Com isto em mente, aliado as principais recomendações para aumento das aptidões físicas (ACSM, 2011; ACSM, 2009a) de que um programa de exercícios físicos possui um papel importante no tratamento e prevenção de diversas comorbidades, elucidar os efeitos de variáveis metodológicas do TF, mais especificamente compreender as nuances da manipulação de diferentes métodos de intervalo entre as séries, sobre as respostas inflamatórias e de lesão tecidual muscular, poderá ampliar as possibilidades de prevenção e tratamento uma vez que o conhecimento aqui adquirido possa fazer incluir uma prescrição orientada futuramente.

1.7 Dificuldades e limitações encontradas

A falta de aderência e comprometimento voluntário da amostra é normalmente esperada em pesquisas com múltiplas visitas e desta vez não foi diferente. Este fato sempre acaba comprometendo o tamanho amostral. Adicionalmente, toda coleta envolvendo análise sanguínea requer uma elaborada logística de coleta, armazenamento e análise, que embora complexa, não chegou a comprometer os resultados.

CAPITULO II

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Treinamento de Força

Através dos tempos, a habilidade de gerar força tem atraído interesse da comunidade científica, uma vez que esta habilidade é crucial para a manutenção saudável das valências físicas (ACSM, 2002; 2009a; 2011). O TF atua por meio de forças mecânicas externas com o potencial de ocasionar alterações nos tecidos. Não apenas os músculos, mas ossos e tendões também sofrem influências destas cargas e em geral, suas células possuem a capacidade de responder a uma força mecânica através de ajustes adaptativos graduais (EYCKMANS *et al.*, 2011).

O ser humano é capaz de adaptar-se a estímulos de diversas formas para promover melhoras nas valências físicas. O TF tem sido apontado como um método eficiente para o desenvolvimento da força que exige da musculatura uma promoção de movimentos (ou tentativa) por uma oposição de carga geralmente exercida por um implemento externo (FLECK e KRAEMER, 2006). Nas últimas décadas, O TF tem sido pauta de investigação pois sua aplicação e técnicas vem sendo utilizadas para o incremento da força muscular, potência, resistência e hipertrofia não só em atletas, pois evidências sugerem a importância da prescrição de um programa de treinamento de força como estratégia de aprimoramento da aptidão muscular e suporte à saúde física e mental para as mais diversas populações (ACSM, 2011, KRAEMER e RATAMESS, 2005). Um corpo cada vez mais robusto de evidências acerca dos benefícios desta prática contribuiu substancialmente para um aumento da procura desta prática pela população em geral (FLECK e SIMÃO, 2006).

No entanto, os padrões de prescrição podem variar sensivelmente de acordo com as diferenças individuais e objetivos, desta forma, os benefícios a ele atribuídos, dependem da adequada manipulação de uma série de variáveis metodológicas, para o alcance dos resultados almejados. Em várias publicações são demonstradas as influências, para os diferentes objetivos do treinamento de força, através de variáveis agudas do treinamento tais como, magnitude de carga, volume de treinamento, ordem e seleção dos exercícios, ação muscular, frequência semanal e tempo de intervalo entre as séries e exercícios (ACSM, 2002; BIRD *et al.*, 2005; KRAEMER e RATAMESS, 2005; MIRANDA *et al.*, 2007).

Em uma tentativa de normatizar e oferecer ferramentas aos profissionais da saúde que utilizam o TF em suas prescrições, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) reuniu em 2002 um conjunto de informações e as categorizou no primeiro posicionamento oficial dedicado exclusivamente ao tema. A partir de então, uma série de trabalhos foram realizados com o intuito de ampliar tais recomendações (KRAEMER e RATAMESS 2005, BIRD *et al.*, 2005, WILLARDSON, 2006). Foi então que em 2009, o ACSM publicou o seu segundo posicionamento dedicado ao tema, com o intuito de fornecer aos diversos profissionais interessados na prática do TF. Desse modo, surgiram novas recomendações com o objetivo de ampliar os conhecimentos sobre as possíveis adaptações desta atividade aproximando os resultados à diferentes objetivos (força, hipertrofia, potência ou resistência muscular).

Como já havia sido proposto anteriormente (ACSM, 2002, KRAEMER e RATAMESS 2005, BIRD *et al.*, 2005) neste último posicionamento houve a sedimentação da divisão e categorização das variáveis agudas de treinamento como as distintas ações musculares, carga e o volume de treinamento, seleção e a ordem dos exercícios, velocidade de execução do exercício, a frequência semanal e o tempo de intervalo entre as séries (ACSM, 2009a). O conceito que segue esta divisão, é poder manipular cada uma destas variáveis agudas com o intuito de obter respostas crônicas derivadas do treinamento a partir de distintas respostas fisiológicas que acarretam principalmente os ganhos em força e de hipertrofia muscular (ACSM, 2009a). Nas últimas décadas, tem sido amplamente cogitado que os ajustes fisiológicos que possam desencadear os aprimoramentos em força e hipertrofia muscular sejam provenientes de ajustes do sistema neuromotor, endócrino e imunológico ao exercício (SPIERING *et al.*, 2008, TOIGO e BOUTELLIER, 2006).

2.1.2 Tempo de Intervalo Entre as Séries no Treinamento de Força.

O intervalo de descanso entre as séries parece ser uma variável importante a ser manipulada, pois diferentes intervalos acarretam diferentes respostas do sistema neuromuscular (WILLARDSON e BURKETT, 2008, SCUDESE *et al.*, 2015), endócrino (SCUDESE *et al.*, 2016c) assim como, reduções no desempenho de séries múltiplas (SENNA *et al.*, 2009; SENNA *et al.*, 2011). Vários estudos têm mostrado que o número de repetições executadas pode ser comprometido com intervalos de descanso curtos, e que três e cinco minutos de intervalo de descanso produzem decréscimos menores

no desempenho do que 30 segundos a dois minutos (WILLARDSON e BURKETT, 2008, SCUDESE *et al.*, 2015). Dentre estes estudos, Willardson e Burkett (2005) verificaram o efeito de três intervalos diferentes no volume total de RM no agachamento e no supino horizontal durante uma sessão de treinamento. Quinze homens participaram deste estudo. Todos eles executaram três sessões de testes em que quatro séries do agachamento e do supino foram executadas com cargas para 8RM. Durante cada sessão, o agachamento foi executado com um, dois ou cinco minutos entre séries. O volume foi definido como o número total de repetições completadas durante a realização das quatro séries de cada exercício para cada intervalo. O intervalo de cinco minutos resultou no volume mais alto completado, seguindo em ordem decrescente, dois e um minuto.

Willardson e Burkett (2006a) analisaram efeito de três diferentes intervalos entre séries múltiplas do exercício supino horizontal executado com cargas leves e pesadas. Dezesesseis homens executaram duas sessões de teste cada semana durante três semanas. Na primeira sessão de cada semana, cinco séries sucessivas no supino horizontal, foram executadas com 80% de RM e com um, dois ou três minutos entre séries a cada semana. E na segunda sessão de cada semana os mesmos procedimentos foram repetidos com 50% de 1RM. As repetições totais completadas e a sustentabilidade de repetições foram comparadas entre intervalos e entre cargas. Para cada carga, três minutos de intervalo resultaram em repetições totais significativamente maiores quando comparado a dois ou um minuto entre séries. Porém, a sustentabilidade de repetições não era significativamente diferente entre cargas.

Adicionalmente, Willardson e Burkett (2006b) tiveram como propósito da investigação comparar o efeito de três intervalos diferentes na sustentabilidade do número de RM no agachamento e no supino horizontal durante a realização de cinco séries com cargas para 15RM. Foram testados quinze homens treinados. Durante cada sessão cinco séries sucessivas do agachamento e do supino foram executadas com trinta segundos, um ou dois minutos de intervalo entre séries. Para cada exercício, declínios significativos em repetições aconteceram entre a primeira e as quintas séries. Para o agachamento uma diferença expressiva na capacidade para sustentar repetições aconteceu entre o intervalo de trinta segundos e o de dois minutos. Porém, diferenças não eram consideráveis entre o intervalo de trinta

segundos e o de um minuto e entre o intervalo de um minuto e o de dois minutos. Para o supino, uma diferença relevante na capacidade para sustentar repetições aconteceu entre o intervalo de trinta segundos e o de dois minutos e entre o intervalo de um minuto e o de dois minutos. Porém, diferenças não eram significativas o entre o intervalo de trinta segundos e o de um minuto. Para cada exercício, o número de repetições completado na primeira não foi mantido durante a realização de séries sucessivas, de modo independente ao tempo de intervalo.

Outros autores, como Simão *et al.* (2006b), compararam os efeitos de três diferentes tempos de intervalos de descanso entre séries com o volume total completado, em três séries com cargas para 10RM nos exercícios *leg press* 45° e supino Horizontal. Foram avaliados 11 sujeitos do sexo masculino. Todos os sujeitos realizaram duas sessões de testes de carga máxima para 10RM e três sessões de treino, durante as quais três séries de *leg press* 45° e supino horizontal foram realizadas com cargas para 10RM. Durante cada sessão de treino foram feitos intervalos de descanso de um, três e cinco minutos entre as séries. Os intervalos de descanso de três e cinco minutos resultaram em um maior volume completado sem diferença considerável entre si, mas com diferenças em relação a um minuto. O volume total de repetições máximas por exercício, em todas as séries executadas, é afetado pelo tempo de recuperação, principalmente em um minuto de intervalo.

Além disso, Simão *et al.* (2006a) verificaram a influência de três diferentes intervalos de recuperação no desempenho da força. Participaram do experimento dez homens treinados. Na primeira visita, os indivíduos executaram o teste de 10RM, e após 48h foram reavaliados. A aplicação do teste de 10RM obedeceu à seguinte ordem: supino horizontal, cadeira extensora e rosca bíceps. Posteriormente, os indivíduos foram testados em apenas um intervalo nas três séries em cada dia. Comparando o número de repetições dos três exercícios, todas as séries comparadas à anterior apresentaram redução no número de repetições. Os dados desse estudo sugerem que intervalos de 45, 90 e 120 segundos, apresentam redução do número de RM com a evolução das séries, em todos os intervalos de recuperação estudados.

Adicionalmente, Richmond e Godard (2004) determinaram a taxa de recuperação para treinadores de peso recreativos entre duas séries de supino horizontal até a falha. Vinte e oito homens executaram duas séries no supino à 75% de 1RM previamente determinado para alcance da falha. Períodos de descanso de

um, três ou cinco minutos entre séries foram utilizados em três dias de prova separados. Houve uma diminuição relevante dentro do número de repetições executados na segunda série a todos os períodos de descanso. Os dados indicaram que os sujeitos não puderam se recuperar completamente entre a primeira e segunda série de exercício máximo, independentemente do período de descanso. Porém, os sujeitos foram capazes de manter um nível de desempenho de 8-12 repetições, sustentando o trabalho total com menos de três minutos entre séries.

Em uma outra investigação, Rahimi (2005), pesquisaram acerca do intervalo de descanso no volume total de RM no agachamento durante uma sessão de treinamento. Vinte homens participaram deste estudo. Todos eles executaram três sessões de testes em que quatro séries do agachamento foram executadas com 85% de uma 1 RM. Durante cada sessão, o agachamento foi executado com um, dois ou cinco minutos entre séries. O volume foi definido como o número total de repetições completadas durante a realização das quatro séries. O intervalo de cinco minutos resultou no volume mais alto completado, seguindo em ordem decrescente, dois e um minuto.

Dentre os achados envolvendo alta intensidade e pouca repetição, Weir *et al.* (1994) examinaram o efeito do tempo de recuperação no desempenho durante tentativas repetidas do teste de 1RM no supino horizontal. Dezesesseis homens treinados participaram do estudo. Na primeira visita a carga para 1RM foi determinada. As quatro seguintes sessões de teste envolveram a execução de duas tentativas com cargas para 1RM, com intervalos de um, três, cinco ou dez minutos. Todos os intervalos testados permitiram que aproximadamente o mesmo número de participantes realizasse com sucesso a segunda tentativa.

Adicionalmente, Matuszak *et al.* (2003) observaram os efeitos de diferentes intervalos de recuperação sobre tentativas repetidas em 1RM no exercício agachamento. Participaram do estudo 17 homens treinados. A carga para 1RM foi estabelecida por meio de teste e reteste realizado em dias diferentes. Posteriormente, três sessões foram realizadas envolvendo duas tentativas em 1RM, com intervalo entre tentativas de um, três, ou cinco minutos. Os resultados demonstraram que para um minuto de intervalo, 13 de 17 participantes realizaram com sucesso a segunda tentativa; para o intervalo de três minutos, 16 de 17 e para o intervalo de cinco minutos, 15 de 17. Estes resultados corroboram com os resultados encontrados por Weir *et al.*

indicando que assim como no supino horizontal, intervalos de um minuto são suficientes para recuperação entre tentativas no teste de 1RM no agachamento. É importante notar que a duração do período de repouso variará em função da complexidade de um determinado exercício e o principal objetivo de incorporar o exercício em programa de treinamento.

Segundo o ACSM, (2009a) para o treinamento iniciante, intermediário e avançado, é recomendável que os períodos de descanso de pelo menos 2-3 minutos sejam utilizados para exercícios multiarticulares e para exercícios uniarticulares um intervalo mais curto (como 1-2 minutos) pode ser suficiente. No entanto, em uma recente investigação Senna *et al.*, (2011) comparam o efeito do comprimento de intervalos de descanso em exercícios multi e uniarticulares e percepção subjetiva de esforço. Quinze homens treinados com experiência mínima de um ano em treinamento de força foram avaliados nos exercícios supino horizontal, leg press, voador e cadeira extensora. Foram realizadas cinco séries de 10RM. Os resultados do estudo indicam que ambos os exercícios, multi e uniarticulares, exibiram padrões de desempenho de repetições e percepção subjetiva de esforço semelhantes, independentemente do comprimento do intervalo de descanso entre as séries. Além disso, foi observado que quando utilizados intervalos de descanso mais curtos, como um minuto, houve maiores quedas no número de repetições totais completadas e maiores escores de percepção de esforço para todos os exercícios.

Embora o ACSM, (2009a) em seu posicionamento sobre TF recomendasse que indivíduos treinados e avançados em força deveriam incluir zonas de carga que envolvessem 1-6RM mais especificamente de 3-5RM se o intuito fosse aprimorar os ganhos de força máxima, não haviam evidências que dessem suporte a uma precisa prescrição de intervalo nesta zona alvo. Até que Scudese *et al.*, (2015) verificaram a influência de diferentes intervalos (um, dois, três e cinco minutos) entre cinco séries de 3RM para o SH em homens altamente treinados em força (Força relativa = 1.44 ± 0.19 kg/kg de peso corporal). Os autores observaram que para o SH, em alta intensidade (3RM), os intervalos mais curtos (um e dois minutos) não foram eficazes para manutenção do volume de treino esperado por cinco séries. No entanto, como esperado, intervalos mais longos (três e cinco minutos) foram capazes de manter a reprodução do desempenho até a última série testada. Os dados do esforço percebido EP acompanharam este achado, apresentando maiores valores para os intervalos

mais curtos, mais cedo na evolução das séries subsequentes, comparados aos intervalos mais longos.

2.1.3 Diferentes Métodos de Intervalo Entre as Séries.

Em um estudo de revisão sobre a variável tempo de intervalo entre as séries do TF, Willardson (2006) apresentou fatores intervenientes que poderiam determinar o tempo de intervalo ideal a ser selecionado entre as séries subsequentes do treinamento de força. Seriam elas: se o intervalo seria composto por recuperação ativa (RA) ou recuperação passiva (RP) entre as séries, a ordem e seleção dos exercícios no treino, magnitude de carga incorporada, massa muscular envolvida, histórico de treinamento, composição de fibra muscular, circuito versus séries consecutivas, treino de falha concêntrica versus treino sem o alcance da falha e por último, o tipo de ação muscular. Segundo o autor, todos estes fatores devem ser levados em conta quando se pretende elaborar uma prescrição acertada e alinhada com os objetivos e desfechos esperados pelo praticante.

Porém, dados sobre diferentes métodos de recuperações são escassos e de alguma forma conflitantes. Resumidamente, existem dois tipos de RA testado em TF na literatura científica: (a) exercício aeróbico geral realizado entre as séries (HANNIE *et al.*, 1995; SCUDESE *et al.*, 2016a); e (b) RA específica para o músculo exercitado (SCUDESE *et al.*, 2011 VALENZUELA; DE LA VILLA; FERRAGUT, 2015). Ao analisar o treinamento de força e seus desfechos agudos, o modelo geral de RA aeróbio de moderada intensidade ($\cong 45\% \text{ VO2Máx}$) parece não interferir negativamente (SCUDESE *et al.*, 2016a), mas ao contrário, até melhorar o desempenho no exercício (HANNIE *et al.*, 1995). Por exemplo, especulou-se que a RA poderia beneficiar o desempenho devido à remoção parcial de metabólitos celulares, reequilíbrio de pH muscular e aumento geral do fluxo sanguíneo. No entanto, não houve reduções no lactato sanguíneo que explicaria, ao menos parcialmente, a hipótese de remoção do fluxo sanguíneo aumentada.

Mais especificamente, o estudo realizado por Hannie *et al.* (1995), os autores investigaram a influência da RA ergométrica comparado a RP no treinamento de força. Os autores estipularam dois minutos de intervalo para ambas as recuperações, contudo, ao realizar a RA ergométrica, parte deste período foi executado em um ciclo-ergômetro a 45% do pico de VO₂. A verificação foi realizada no exercício supino reto

com barra e anilhas e os indivíduos estimulados a efetuarem o máximo de repetições que conseguissem executar com cargas para 65% de 1RM. Os autores observaram uma melhor recuperação entre as séries, e verificaram uma maior produção de força isométrica verificada ao longo da RA em relação ao protocolo passivo. Segundo o autor, a remoção de lactato e íons de H⁺ da musculatura foi mais eficiente a 45% do VO₂máx do que quando comparada a RP. Até a divulgação deste trabalho, nenhum outro estudo havia analisado a RA no desempenho de repetições no TF.

Em um outro experimento, foi sugerido que uma RA para o mesmo grupamento muscular, poderia ocasionar uma elevação no potencial de ativação neuromuscular, possivelmente com aprimoramento de uma determinada tarefa (Rhea e Kenn., 2009). Mais especificamente, Rhea e Kenn (2009) analisaram os efeitos da utilização de uma RA comparado a RP na potência muscular durante o exercício do agachamento. O tempo de intervalo foi de três minutos para ambas situações, no qual para a RP o intervalo era feito sentado em uma cadeira, e a RA realizada através de 30 segundos de agachamentos em uma plataforma de vibração corporal, após dois minutos de intervalo passivo. De modo surpreendente, os autores observaram que embora tenha ocorrido um aumento da sensação de fadiga ao realizar a RA comparado a RP, parece ter havido um incremento na potência muscular verificada na execução subsequente do exercício de agachamento para esta condição de intervalo (RA). Os autores concluíram que a realização da RA pode ter contribuído para um aumento no potencial de pré ativação logo antes da entrada no exercício alvo. Contudo, até este momento, nenhum estudo havia comparado diferenças no desempenho de repetições entre RA e RP que envolvesse recuperações realizadas com o mesmo grupo muscular de um exercício alvo.

A partir deste cenário, Scudese *et al.*, (2011) analisaram as influências de diferentes recuperações sobre o número de repetições a cada série, número total de repetições, e verificaram a condição do EP antes e após a entrada de cada série. Neste experimento, 14 homens treinados em força realizaram quatro séries de 10 repetições máximas (10RM) para o exercício supino horizontal barra e anilhas. Após os testes de carga, os indivíduos realizaram duas visitas em distribuição aleatória para dois modelos de intervalo entre séries (ativo e passivo). Em ambas as visitas, o tempo de intervalo foi estabelecido para dois minutos. Para a RA, os indivíduos permaneciam deitados em decúbito dorsal, como na posição de execução do supino horizontal barra

e anilhas, e realizavam movimentos com a resistência do próprio peso dos membros superiores durante todo o tempo de dois minutos de intervalo.

Os movimentos eram realizados com os cotovelos estendidos lateralmente ao corpo na altura dos ombros, abrangendo um ângulo de 90° entre flexão e extensão horizontal do braço. A cadência foi estipulada pelo uso de um metrônomo ajustado para 80 pulsos por minuto, onde a cada pulso, os indivíduos realizavam uma fase do movimento (concêntrica ou excêntrica). Deste modo, os indivíduos faziam um total de 40 movimentos de completos por minuto, ou 80 movimentos ao longo da duração total de cada intervalo ativo entre séries (dois minutos). Já para o método de RP, os sujeitos foram instruídos a permanecerem deitados em decúbito dorsal, porém, sem realizar qualquer movimento ao longo de toda a recuperação (dois minutos) entre cada uma das quatro séries de 10RM. Os autores observaram que embora com elevados valores de classificação do EP sendo obtidos pelo método de RA quando comparado ao método passivo, o que indicava um aumento da sensação de desconforto periférico (para a musculatura exigida) e central, os indivíduos eram capazes de desempenhar tanto as repetições a cada série, quanto o número total de repetições ao final das quatro séries sem apresentar nenhum efeito deletério ou de incremento de desempenho entre as distintas recuperações.

Hannie *et al.*, (1995) e Scudese *et al.*, (*in press*) especularam que o aumento do volume de treinamento para um exercício de membros superiores (SH) promovido pelo método RA pode ter contrabalançado este efeito. Por outro lado, os protocolos de RA específicos do músculo parecem elevar as percepções de fadiga, embora, sem diminuir o desempenho (SCUDESE *et al.*, 2011) e, em alguns casos podendo até potencializar algumas tarefas como desempenho específico do esporte (VALENZUELA; DE LA VILLA; FERRAGUT, 2015) e salto vertical comparado ao RP (RHEA e KENN, 2009).

Por exemplo, em um experimento recente com alpinistas, VALENZUELA, DE LA VILLA e FERRAGUT (2015), compararam dois métodos de RA entre as tarefas de escalada (recuperação geral vs. recuperação específica). A recuperação geral foi realizada com os indivíduos andando em uma esteira ergométrica enquanto que a recuperação específica consistia na realização de uma tarefa de escalada caracterizada previamente como fácil. Os autores descobriram que a RA específica foi capaz de melhorar a remoção de lactato em comparação com a RA aeróbia geral,

permitindo assim que os sujeitos escalassem mais metros em um tempo predeterminado.

Já foi demonstrado que exercícios com características semelhantes com padrão de movimento similares poderiam acumular fadiga e diminuir o desempenho em exercícios na mesma sessão de treinamento. Este efeito poderia ser minimizado se o padrão de movimento fosse alterado, embora o exercício a seguir seja destinado ao mesmo grupo muscular independente da duração do intervalo (MIRANDA *et al.*, 2007). Aparentemente, um protocolo considerado fácil, porém mais específico de tarefas de recuperação, além da ativação de grande massa muscular (por exemplo, membros e tronco ativados) tenha facilitado a remoção de lactato e melhorou o desempenho de escalada.

Outra hipótese que sustenta a manutenção do desempenho apesar do aumento percebido da fadiga na RA é o conceito de estimulação neuromuscular facilitada para uma subsequente contração em alta intensidade devido ao mecanismo de potenciação pós-ativação (RHEA e KENN, 2009). Por exemplo, exercícios dependentes da produção de força, podem ser potencializados e podem se beneficiar da estimulação realizada antes da tarefa específica (GOURGOULIS *et al.*, 2003).

Além disso, podemos destacar dois aspectos convergentes que podem contribuir para a contração muscular. Primeiro, o movimento em si, composto por ações repetidas em uma dada amplitude de movimento tem o potencial de reduzir rigidez muscular, alterando o estado de rigidez inicial do sarcômero, adicionado a uma aumentada irrigação do fluxo sanguíneo local que por sua vez, tendem a elevar a temperatura muscular e diminuir a resistência articular passiva (BISHOP, 2003a; BISHOP, 2003b). Em segundo lugar, o principal mecanismo fisiológico responsável para causar a potenciação é a fosforilação da cadeia leve reguladora da miosina, que altera a conformação de pontes cruzadas, substituindo as cabeças globulares mais próximas dos filamentos de actina (RASSIER e MACINTOSH, 2000).

Essas mudanças podem aumentar a interação entre as proteínas contráteis que implicariam em uma quantidade maior de conexões entre os filamentos e o aumento da tensão muscular geral. No total, essas alterações fisiológicas podem promover um estado de "prontidão" muscular que pode explicar a ausência de redução no desempenho, mesmo quando a percepção da fadiga é maior em comparação com um protocolo passivo (SCUDESE *et al.*, 2011).

Recentemente, com o intuito de aprofundar na questão da RA de modalidade aeróbia para o TF, Scudese *et al.* (2016a) verificaram a influência de diferentes métodos de intervalo entre séries para a recuperação e desempenho agudo de quatro séries de 10RM em que os indivíduos realizavam intervalos de dois minutos em RP, e dois minutos em RA realizados em esteira ergométrica com intensidade de 45% do VO₂ Máx. Embora reduções progressivas tenham ocorrido em ambos protocolos de intervalo, os autores não observaram diferenças para o número total de repetições completadas e área sob a curva (ASC) entre as distintas recuperações (RA e RP).

Em uma outra investigação recente com o objetivo de investigar a RA específica para o músculo exercitado, Scudese *et al.*, (2018) não encontraram diferença no número total de repetições entre os métodos de RA e RP para uma sessão treinamento de membros inferiores contendo exercícios uni e multiarticular. Contudo, para o exercício multiarticular (LP), os autores observaram uma diminuição no desempenho desencadeada pelo protocolo de RA comparado ao RP. Além disso, a RA apresentou aumentos no EP para ambos os exercícios, em contraste com a RP, que mostrou aumentar apenas para o LP. Este resultado pode ser parcialmente explicado por um provável aumento no consumo de energia global para a estratégia de RA. Desse modo, a RA parece ter sido uma estratégia eficaz com potencial de ajudar indivíduos com falta de tempo em realizar um programa de treinamento com alta metas de volume de treinamento aliados a um aumentado dispêndio energético. Além disso, ao isolar os exercícios de uma rotina, a estratégia de RA pareceu eficiente em manter o desempenho do exercício de cadeira extensora (uniarticular).

Estes dados aqui apresentados demonstram que estratégias de RA podem se tornar ferramentas interessantes de intensificação de treinamento e essas peculiaridades devem ser levadas em consideração ao projetar uma rotina de treinamento de acordo com os objetivos a serem alcançados. E embora haja com um crescente interesse nos centros de treinamento e no campo das pesquisas sobre as reais influências de diferentes métodos de intervalo, ainda são escassas as evidências acerca deste fenômeno. Principalmente se buscarmos por evidências que investigaram tais relações com as respostas inflamatórias e de lesão tecidual em praticantes do TF, percebemos uma enorme escassez de dados evidenciando uma enorme lacuna do conhecimento.

2.1.4 Tempo de Intervalo e Esforço Percebido (EP)

Métodos de verificação do esforço percebido tem sido amplamente implementado para classificar a intensidade nas séries dos exercícios no treinamento de força (LAGALLY e ROBERTSON, 2006; LAGALLY *et al.*, 2002; 2004; LAGALLY, AMOROSE; ROCK; 2009; SCUDESE *et al.*, 2015; SCUDESE *et al.*, 2016a; 2016b; 2016c). Mais especificamente, uma série de trabalhos têm se beneficiado pela quantificação do EP como mais uma ferramenta de análise e discussão para o entendimento das relações do tempo de intervalo entre séries e o desempenho do treinamento de força bem como expressões metabólicas e hormonais (SENNA *et al.*, 2009; 2011; 2012; 2016a; 2016b; SCUDESE *et al.*, 2011; 2015; 2016c). Tradicionalmente, intervalos mais curtos promovem menores volumes de repetições completadas e inversamente, maiores valores de EP pelos participantes.

Recentemente, Scudese *et al.*, (2016b) encontraram valores elevados de EP ao comparar períodos de descanso curtos e longos, mesmo com um volume de treinamento previamente estipulado. Este resultado traz à tona que é possível aumentar a intensidade ao manipular apenas o intervalo entre séries, sem atuar diretamente no volume de exercícios. A fisiologia por trás de elevados valores de EP prevê que a glicólise anaeróbia pode ser amplamente regulada de forma a compensar a eventual resíntese incompleta dos estoques de creatina fosfato.

Um dos fatores-chave que pode desencadear os valores mais altos de EP por meio de protocolos tempos de recuperação mais curtos seria que uma maior dependência da glicólise anaeróbica (ocasionada por tempo insuficiente para recuperação para a próxima entrada, promoveria um maior acúmulo de íons de H⁺ que por sua vez, diminuiria o pH do líquido intracelular resultando em feedback aferente de quimiorreceptores musculares e nociceptores periféricos e centrais. Uma das respostas do sistema nervoso central seria aumentar a pressão pulmonar, aumentando a demanda por ventilação em um quadro que causasse maior desconforto geral ao praticante (SCUDESE *et al.*, 2016b).

No entanto, o volume de conhecimento acerca das relações entre o EP e os diferentes métodos de intervalo (como RA vs. RP) seguem demasiadamente escassos (SCUDESE *et al.*, 2011 e SCUDESE *et al.*, 2016a). Em um dos trabalhos, Scudese *et*

al. (2011), verificaram elevações progressivas entre as séries ($1^a < 2^a < 3^a < 4^a$) em ambos modelos de intervalo, tanto na RA para mesma musculatura (peitoral maior), quanto na RP. Contudo, o protocolo de RA ocasionou elevações mais cedo para o EP logo após a série (2^o série) e de maior magnitude no EP imediatamente antes da última série (4^o), sugerindo um maior desconforto para aqueles que realizaram a RA embora sem alterações no desempenho das repetições.

Em uma investigação recente envolvendo diferentes métodos de recuperação (RA e RP), Scudese *et al.* (2016a) investigaram o mesmo exercício, zona de intensidade e janela de intervalo do trabalho anterior (supino horizontal, 10RM e dois minutos entre séries), porém, com um método de RA distinto, para outras musculaturas em esteira ergométrica a 45% do VO₂ máx. Similarmente ao estudo anterior, os autores não observaram diferenças para o desempenho das repetições em ambas situações (RA ou RP). Contudo, em virtude da escolha de uma RA para diferentes musculaturas, os autores também não observaram diferenças entre os valores de EP para ambos os protocolos. Este cenário embora escasso em evidências sugere que a escolha do método de intervalo ativo pode influenciar diretamente os níveis de EP dos participantes.

2.2 Fadiga muscular

A fadiga causada pelo exercício é uma sensação comum, decorrente da progressão do dispêndio energético (ou simplesmente a carga de trabalho) podendo gerar uma sensação intensa pela qual pode ocorrer a necessidade de reduzir ou mesmo interromper o exercício. Consecutivas ações de elevado dispêndio energético (com altas cargas de trabalho) sem o adequado reabastecimento ou mesmo com uma recuperação deficiente, possui efeitos deletérios sobre o desempenho, e em casos extremos, sobre a saúde física. Já está bem estabelecido que o estado geral do musculo irá determinar o perfil de força e a resistência nos seres humanos (LEE *et al.*, 2017). Este cenário aumenta as probabilidades de um exercício causar lesões musculares (tanto micro quanto macro lesões) gerando grandes respostas sobre o metabolismo e sistema endócrino (SCUDESE *et al.*, 2016c; 2018; SENNA *et al.*, 2012). Além disso, a recuperação insuficiente de um dano muscular induzido pelo exercício prejudica o desempenho, provavelmente devido ao aumento do EP,

reduzindo a tolerância ao exercício com consequentes decréscimos da força e potência muscular (LEE *et al.*, 2017).

Contrações musculares estarão sempre associadas a um aumento da produção de fosfato inorgânico (PI) na produção de adenosina difosfato ou monofosfato (ADP ou AMP). Durante o exercício, estas demandas se elevam e a glicólise anaeróbia leva a uma produção aumentada de íons de hidrogênio (H⁺) e uma diminuição mensurável do pH intra e extracelular. A concentração destes três metabolitos (ADP, PI e H⁺) será particularmente aumentada nas contrações de elevada força e potência muscular, e todos eles têm efeitos diretos sobre a eficiência das pontes cruzadas das unidades musculares contráteis (KOMI, 2003).

A amplitude dos potenciais de ação de cada fibra muscular pode diminuir durante a ativação prolongada, talvez em parte, como resultado de mudanças nas concentrações de eletrólitos transmembranares como o refluxo de potássio e influxo de sódio (JUDEL, 1986). Outro efeito comumente visto durante a atividade intensa é uma diminuição na velocidade de propagação dos potenciais de ação ao longo do sarcolema (JUDEL, 1988; LINDSTROM; KADEFORS; PETERSEN, 1977). Em decorrência disto, os espectros de frequência eletromiográfica (EMG) alteram-se para frequências mais baixas, e esta mudança pode ser interpretada como um sinal de fadiga muscular.

Outro fator importante é a própria alteração do pH intramuscular e extracelular durante o processo de fadiga que pode estar associado a redução da excitabilidade da fibra. Assim, as mudanças na concentração de eletrólitos transmembranares são particularmente propensas a aparecer ao longo dos túbulos-T. Como resultado final, a propagação do potencial de ação ao longo desses componentes sarcoplasmáticos parece se tornar gradualmente, mais bloqueada a atividade excitatória das fibras musculares durante a atividade intensa, ocasionando uma inibição da ativação das fibras musculares. Não se sabe até que ponto o acúmulo de metabólitos decorrentes dos exercícios de elevada intensidade (ADP, PI, H⁺) afeta diretamente a atividade das bombas iônicas do sarcolema, que por sua vez, é sabido que este mecanismo pode afetar a propagação do potencial de ação (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010).

2.3 - Creatina Quinase

A Creatina quinase (CK) é um dímero de peso molecular entre 86 kDa a 89 kDa constituído de duas subunidades, e classificada em três isoformas citosólicas (CK-BB, CK-MM, CK-MB) relacionadas aos tecidos cerebral, muscular e cardíaco (WALLIMANN e HEMMER, 1994; BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007). Tem como característica o extravasamento do meio celular decorrente de lesões teciduais (BAPTISTELLA, 2009), sendo deste modo, um bom marcador de intensidade de exercícios físicos (BESSA *et al.*, 2016; PEAKE; NOSAKA; SUZUKI, 2011). Uma de suas principais funções é a fosforilação reversível da creatina por meio da quebra da adenosina trifosfato (ATP) formando creatina fosfato, tendo grande atividade nos tecidos dos músculos estriados esquelético e cardíaco (APPLE, 1991; BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007). A principal atividade da CK está no tecido muscular (esquelético e cardíaco), cuja principal função é fosforilar de forma reversível a creatina à custa do ATP com a formação de creatina fosfato (APPLE, 1991).

2.4 Lactato desidrogenase

Possuindo um peso molecular de 135.000 kDa a lactato desidrogenase (LDH) é constituída por cinco isoenzimas: LDH1, LDH2, LDH3, LDH4, LDH5, sendo a LDH1 mais abundante no coração, rins (Córtex), e células vermelhas do sangue, enquanto que a LDH5 aparece em maiores concentrações no fígado e no músculo esquelético. Outras isoenzimas (LD2, LD3 e LD4) podem ser encontradas nestes, porém distribuídas em vários outros tecidos (APPLE, 1991). A lactato desidrogenase (LDH) catalisa a oxidação reversível do lactato para o piruvato com o cofator NAD⁺ e pode ser considerado como um bom marcador de lesão muscular junto com a CK, apresentando boa correlação com a intensidade do exercício realizado (APPLE, 1991). O aumento de LDH pode estar relacionado com lesões musculares de etiologias variadas e deficiência de vitamina E e selênio. A LDH pode ser utilizada para avaliar cardiomiopatias diversas (APPLE, 1991).

2.5 Tempo de Intervalo e Dano Muscular

A realização de ações musculares concêntricas e excêntricas contra resistências externas, são características clássicas de um TF tradicional (NEWHAM *et al.*, 1983; KRAEMER e FLECK, 2007). Tem sido estipulado que especialmente durante as ações excêntricas, as quais a resistência externa se opõe a ação

concêntrica de encurtamento das fibras musculares, as miofibrilas produzem força ao mesmo tempo em que sofrem deformação através do alongamento (KOMI, 2003). Repetitivos movimentos com estas características promovem eventualmente dano na membrana. Estas micro lesões musculares contribuem para a dor muscular de início tardio, ao mesmo tempo que também fornecem um importante estímulo para o crescimento deste tecido (SPRIERING *et al.*, 2008). Para se identificar a magnitude deste dano uns dos principais biomarcadores sanguíneos parecem ser a creatina quinase (CK) e a lactato desidrogenase (LDH) (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007; APPLE, 1991).

Parece que a verificação destas análises bioquímicas são importantes para podermos identificar adequadamente a dimensão da lesão do tecido muscular e assim termos mais informações sobre a ideal resposta muscular decorrente de diferentes intervalos entre séries. Diversos estudos já identificaram que o tempo de intervalo entre as séries é um fator de intensificação do TF (SCUDESE *et al.*, 2015; 2016b; 2016c; SENNA *et al.* 2011; 2012; 2015; 2016a; 2016b).

Porém, são escassas as investigações que sugerem modificações bioquímicas musculares em treinamentos realizados com distintos tempos de intervalo entre as séries do TF, no entanto inexistentes quando falamos de comparações entre métodos de intervalo, especificamente nos biomarcadores de lesão tecidual (como a CK e LDH). Os trabalhos que mais se aproximam desta temática tiveram como foco identificar as diferenças do tempo de intervalo entre as séries nos biomarcadores de lesão do tecido muscular (RODRIGUES *et al.*, 2010; EVANGELISTA *et al.*, 2012; MACHADO *et al.*, 2010; MACHADO; PEREIRA; WILLARDSON, 2012).

Rodrigues *et al.*, (2010) compararam as concentrações de CK e LDH, em múltiplos pontos temporais (pré, 24, 48 e 72 após o exercício) após sessões de TF com diferentes intervalos entre as séries e exercícios. Vinte homens destreinados realizaram duas sessões de treinamento que consistiram em três séries com carga de 80% de 1-RM (até a falha, acarretando um volume 24% maior para o intervalo mais longo) durante cinco exercícios de membros superiores. As sessões se diferenciaram, pois uma foi realizada com três e outra com um minuto de intervalo entre as séries e exercícios. Quando as concentrações de CK e LDH foram comparadas entre os diferentes intervalos, não houveram diferenças significativas demonstradas em

qualquer verificação. Contudo, elevações nas concentrações de CK e LDH ocorreram em relação à verificação inicial. Os resultados de Rodrigues *et al.*, (2010) sugerem que a lesão muscular foi semelhante entre intervalos de descanso.

Adicionalmente, Machado *et al.*, (2010) observaram os efeitos de diferentes intervalos de descanso entre as séries na CK e LDH. Cada uma das quatro sessões consistiu-se de quatro séries com cargas de 10-RM (até a falha). As sessões diferiam apenas pelo intervalo de descanso entre as séries e exercícios, especificamente com 60, 90, 120, 180 segundos. A CK e a LDH foram significativamente elevada de depois de 24 e 72 horas em todas as sessões. A mecânica do estresse imposto pelas sessões realizadas ocasionou danos similares às fibras musculares independente do tempo de intervalo entre as séries.

Evangelista *et al.*, (2011) compararam as diferenças entre dois distintos tempos de intervalo sobre o volume, dano muscular e dor muscular. Os intervalos de um ou três minutos foram selecionados para cada grupo que foi submetido à força máxima e, em seguida, executaram um protocolo constituído por três séries de rosca bíceps com 40% da contração voluntária máxima. Cada série foi realizada até fadiga voluntária e o volume de treino concluído foi calculado. Os resultados demonstraram que os indivíduos com intervalos de descanso mais longos realizaram maior volume de treino, todavia, não houve diferenças em CK (24 e 48 horas após o exercício) e dor muscular entre os grupos. Em outro estudo, com momentos de verificação parecidos, Machado, Pereira e Willardson (2012) examinaram os valores da atividade da CK após sessões de TF em indivíduos classificados com alta, média, ou baixa resposta ao exercício. Indivíduos classificados como alta e média resposta ao exercício demonstraram uma maior atividade da CK após a sessão de um minuto comparado com a sessão de 3 minutos.

Bessa *et al.*, (2016) avaliaram o comportamento de diferentes biomarcadores, inclusive os de lesão muscular (CK e LDH). Seus achados identificaram que os momentos de elevação destes biomarcadores (CK e LDH) podem estar entre três e 12 horas após o exercício. Com isso, formando uma grande lacuna no conhecimento científico, que verifica a extensão do real dano muscular ocasionado pelo TF realizado com diferentes intervalos.

Contudo, possíveis limitações dos estudos supracitados (RODRIGUES *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2010; MACHADO; PEREIRA; WILLARDSON, 2012;

EVANGELISTA *et al.*, 2012) relativos as equalizações do volume total de treinamento e momentos das verificações sanguíneas nos impedem inferências sobre os reais efeitos do intervalo entre séries, principalmente quando se procura entender os efeitos de diferentes métodos de recuperação como RA e RP.

2.6 Tempo de Intervalo e Contagem Leucocitária

Conceitualmente, o TF tem o potencial de desencadear uma cascata sequencial derivada pela ativação muscular, sinalização de eventos decorrentes de deformação mecânica de fibras musculares (respostas hormonais e imunes/inflamatórias), promovendo a regulação ascendente da síntese de proteínas derivada de um aumento da transcrição e tradução celular, e finalmente, a hipertrofia da fibra muscular (SPIERING *et al.*, 2008; TOIGO e BOUTELLIER, 2006).

Já é bem descrito na literatura científica que diferentes manipulações nas variáveis agudas de TF vão encaminhar as respostas crônicas individuais para diferentes objetivos, como a prioridade nos ganhos de força, hipertrofia, potência ou resistência muscular (ACSM, 2002; 2009a; KRAEMER e RATAMESS, 2005; TOIGO e BOUTELLIER, 2006; KRAEMER e FLECK, 2007).

Conseqüentemente, é plausível interpretar que distintas manipulações nas variáveis agudas do TF podem provocar respostas biológicas distintas, o que nos traria uma ideia que dependentemente da forma que o treinamento é conduzido, uma distinta resposta biológica ocorrerá (SPIERING *et al.*, 2008). Tendo em vista este conceito, entender os processos fisiológicos decorrentes de distintas manipulações de variáveis metodológicas do treinamento parece ser uma necessidade para o crescente corpo de conhecimento desta área.

A respeito do processo pró e anti-inflamatório decorrente das respostas subagudas do TF, resumidamente, logo após a ocorrência do dano muscular ocorre uma invasão e mobilização leucocitária (principalmente neutrófilos) para o tecido muscular lesado (PEAK *et al.*, 2011).

Os neutrófilos e macrófagos, tipos celulares mobilizados em maior magnitude em diferentes momentos no processo de remodelação do tecido muscular, são responsáveis pela redução do tecido muscular lesado e pela liberação de citocinas pró e anti-inflamatórias. Uma das citocinas pró e anti-inflamatórias mais importantes

no processo de remodelação (ou mesmo hipertrofia muscular) é a IL-6 (SPIERING *et al.*, 2008; PEAK *et al.*, 2011; CALLE e FERNANDEZ, 2010).

A IL-6 é mais expressada no músculo em resposta à lesão (dano) muscular e estimulam a proliferação e diferenciação das células satélites (VIERCK *et al.*, 2000). Esta citocina pode tanto ser pró como anti-inflamatória dependendo apenas do momento pós-lesão ao qual ela for secretada (CALLE e FERNANDEZ, 2010). Durante esse processo, tipos celulares como os macrófagos e monócitos também tem uma ação importante para a remoção de resíduos musculares e liberação de citocinas em função anti-inflamatória, como, a IL-6 e IL-1 (PEAK *et al.*, 2011).

Entendendo que o processo imune / inflamatório está associado à resposta hipertrófica do TF, e que para se alcançar distintos objetivos adequadas manipulações nas variáveis metodológicas devem ser realizadas, entender das respostas imune / inflamatórias após sessões de treinamento com distintas modificações das variáveis de treinamento, se faz necessário.

Diferentes experimentos sobre as respostas inflamatórias do TF (PHILLIPS *et al.*, 2010; PEAKE *et al.*, 2006) apontam que o volume total de treinamento (mais que a intensidade) influencia diretamente interleucinas pro-inflamatórias até 12 horas após o treinamento. Já outros estudos não foram capazes de avaliar estas modificações nas interleucinas pro-inflamatórias (UCHIDA *et al.*, 2009) com 24, 48 e 72 horas após o exercício.

Mesmo com baixos volumes de treinamento Hirose *et al.*, (2004) e Smith *et al.*, (2000) observaram modificações importantes para as interleucinas pró-inflamatórias em verificações até 72 horas após a realização do exercício. Parece que o momento da verificação pode influenciar drasticamente as conclusões dos experimentos e/ou muitas vezes podem tornar os experimentos inconclusivos.

O fato é que pouco se sabe sobre as distintas manipulações das variáveis metodológicas de TF e as respostas inflamatórias. Mesmo com a observação das respostas de contagem leucocitárias é possível criar parâmetros indicativos do processo inflamatório (PEAKE; NOSAKA; SUZUKI, 2011). Porém, este deve ser realizados com momentos de verificações oportunos e preferencialmente com as análises de citocinas realizadas em anexo.

Na literatura científica, poucos estudos tiveram o objetivo de avaliar as respostas da contagem leucocitária no TF realizado com tempos de intervalos

distintos. Especificamente, Kraemer *et al.* (1996) examinaram o impacto das elevações do cortisol plasmático e na contagem leucocitária circulantes induzidas pelo exercício com diferentes intervalos entre as séries. Nove homens saudáveis, treinados de forma recreativa, realizaram dois protocolos de exercícios que constaram de oito séries de exercícios máximos com dez repetições e com períodos de descanso de um ou três minutos entre as séries. As amostras de sangue venoso foram obtidas pré, durante o exercício e cinco minutos após o exercício. Não houve alterações significativas na contagem do diferencial de leucócitos. Além disso, não foram observadas correlações significativas entre cortisol e contagens de leucócitos totais ou diferenciais.

Adicionalmente, Mayhew, Thyfault e Koch (2005) analisaram os efeitos de distintos intervalos entre as séries do TF em altos volumes de treinamento para a contagem leucocitária. Os autores investigaram nove homens que completaram 2 exercícios com, 10 séries de 10 repetições e cargas a 65% de 1-RM com os intervalos de descanso de 1 ou 3 minutos. O sangue foi coletado em repouso, imediatamente pós-exercício e uma hora e meia pós-exercício, onde foi analisado quanto ao nível de leucócitos. Foi observada uma maior linfocitose e monocitose após 1 minuto em comparação com intervalos de 3 minutos. Embora os estudos de Kraemer *et al.*, (1996) e Mayhew, Thyfault e Koch (2005) tenham sido pioneiros na verificação de distintos intervalos e respostas a contagem leucocitária, quando se fala de diferentes métodos de intervalo como RA e RP, ainda não há dados que suportem qualquer racionalização.

2.7 Inflamação

A inflamação é uma resposta imune essencial que permite a sobrevivência durante a infecção ou lesão e mantém a homeostase do tecido sob uma variedade de cenários adversos. Contudo, processos inflamatórios geralmente desencadeiam declínios transitórios nas funções dos tecidos, efeito que, em certos casos, pode contribuir para os estágios de inflamação crônica típicos da homeostase alterada prolongada com o potencial de ampliar ainda mais os danos já estabelecidos (SLAUSON e COOPER, 2002; MEDZHITOV 2010).

A inflamação é um importante e útil mecanismo de defesa organismo em resposta a estresses globais, em geral, ocasionados por presença de corpos estranhos ou lesão tecidual decorrente de trauma ou sobrecarga mecânica. A

inflamação compreende complexos processos de troca de informação necessários para os nossos tecidos manterem sua função e sobrevivência. (SLAUSON e COOPER, 2002).

Tais ações mecânicas servem de estímulos indutores de inflamação, por meio da liberação de espécies reativas de oxigênio por células necróticas causadas por danos ao músculo esquelético (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Cultura de células fornecem informações importantes sobre a secreção de células musculares esqueléticas de citocinas no contexto de trauma, sepse ou condições inflamatórias crônicas (PEAKE *et al.*, 2015).

Mioblastos e miotubos expressam e secretam citocinas *in vitro* em resposta a uma ampla gama de estímulos. ATP, peróxido de hidrogênio, xantina / xantina-oxidase, óxido nítrico e epinefrina são produzidos durante o exercício através de reações de redução e atividade nervosa autonômica. Estes agentes regulam diretamente a síntese de citocinas pelas células musculares esqueléticas ativando várias vias de sinalização. Uma vez dentro do interstício, as células inflamatórias ativam os sensores das células satélites residentes liberando um agente quimiotático, resultando em infiltração de células inflamatórias circulantes (CLARKSON e HUBAL, 2002; ROBERTSON *et al.*, 1993).

Essas células inflamatórias migram para o local da inflamação, a parede endotelial das células musculares esqueléticas, através do processo de laminação, adesão e transmigração (LEY, *et al.*, 2007). Nos estágios iniciais da inflamação aguda, os primeiros socorristas são os neutrófilos e leucócitos polimorfonucleares, recrutados para o sítio inflamatório. Sua ativação aumenta sua longevidade várias vezes, o que garante sua presença permitindo para realizar atividades complexas que contribuem para a resolução da inflamação e modulação da resposta imune adaptativa (KOLACZKOWSKA e KUBES, 2013).

2.8 Citocinas

As citocinas são reguladoras do sistema imunológico, agindo em geral, em situações de infecção, inflamação e trauma. Algumas citocinas atuam com potencial pró-inflamatório, enquanto outras agem na redução da inflamação e promoção da cicatrização com ação anti-inflamatória (DINARELLO, 2000). As citocinas desempenham um papel de integração e regulação como mensageiros intercelulares.

Uma vez secretada, elas podem mediar comunicação intercelular de forma localizada ou sistêmica (PEAKE *et al.*, 2015).

As citocinas podem ser classificadas como polipeptídios ou glicoproteínas produzidas por diversos tipos celulares reguladores da resposta de diferentes células. São moléculas hidrossolúveis e de tamanho variado e classificadas nos seguintes grupos: interleucinas (IL), fatores estimuladores de colônias (CSF), fator de necrose tumoral (TNF), interferons (IFN) e fatores de crescimento (TGF). Contudo, sua classificação pode estar relacionada com sua ação ou estrutura (DINARELLO, 2000; CANNON, 2000). Além de aspectos que envolvem o equilíbrio entre os estados de saúde e doença, as citocinas possuem um papel relevante para o metabolismo de apetite, glicose e lipídios, sensibilidade à insulina, hipertrofia do músculo esquelético e atrofia (PEAKE *et al.*, 2015). De um modo geral, as citocinas são produzidas por células tanto do sistema imune inato quanto o adaptativo, afim de promover a ativação, mediação ou regulação da resposta imunológica global. As citocinas possuem um tempo de vida médio curto e dependem de ligação receptor-substrato específica, em outras palavras, só ativam células que tenham o respectivo receptor específico (DINARELLO, 2000).

Durante a última década, uma atenção considerável concentrou-se no potencial de exercício regular para combater uma série de estados de doença, modulando a produção de citocinas. O exercício estimula aumentos de magnitude moderada a alta das concentrações circulantes de interleucina interleucina-1 beta (IL-1 β), IL-6, IL-8, IL-10, receptor antagonista de interleucina-1 (IL-1ra), fator estimulador de colônias de macrófagos e granulócitos (GM-CSF) e em menor magnitude, do fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α). Embora muitas destas citocinas podem ser expressas no músculo esquelético, nem todas são liberados do tecido muscular músculo para a circulação durante exercício. Por outro lado, algumas citocinas presentes na circulação não são expressas no músculo após o exercício, o que torna estas relações ainda não muito claras (PEAKE *et al.*, 2015).

Atualmente, as ações específicas e a comunicação cruzada entre exercício e expressão de citocinas ainda são objeto de discussão. Especificamente, parece haver uma dissociação entre expressão gênica no músculo esquelético e concentração sistêmica de outras citocinas. Por exemplo, após o exercício, a expressão do TNF- α e da IL-1 β no músculo esquelético aumenta, mas a concentração circulante dessas

citocinas se altera ou aumenta apenas ligeiramente. Por outro lado, as concentrações circulantes do IL-1ra e IL-10 aumentam drasticamente, no entanto, sem serem expressas no músculo esquelético após o exercício (PEAKE *et al.*, 2015).

2.8.1 Citocinas pró-inflamatórias

A sinalização intracelular que leva à inflamação é controlada por reguladores moleculares extracelulares, incluindo membros da grande família das citocinas que regulam tanto o recrutamento de células imunes quanto mecanismos complexos de controle de sinalização intracelular que caracterizam a inflamação (MINUZZI *et al.*, 2019). As situações de aumento do número de glóbulos brancos associados à elevações de citocinas tais como TNF- α , interleucina 6 (IL-6), interleucina 1 beta (IL-1 β), Interferon-gama (IFN- γ), são propícios para o desenvolvimento de quadros de inflamação crônica de baixo grau, caracterizada pelo aumento da concentração destes mediadores pró-inflamatórios, (WOODS *et al.*, 2012)

A IL-1 β , interleucina 6 (IL-6) e o TNF- α são citocinas pró-inflamatórias e quando administrados em humanos, produzem febre, inflamação e destruição tecidual (DINARELLO, 2000). Evidências apontam que certas citocinas estão envolvidas não apenas na iniciação, mas também na persistência da dor patológica por ativação direta dos neurônios sensoriais nociceptivos.

Certas citocinas inflamatórias também estão envolvidas na sensibilização central induzida por lesão nervosa por inflamação e estão relacionadas ao desenvolvimento de hiperalgesia (ZHANG e AN, 2007). Embora os mecanismos moleculares associados à inflamação e à perda de massa muscular esquelética ainda não sejam totalmente compreendidos, estudos indicam que a inflamação de baixo grau contribui para a indução da sarcopenia, pois afeta o turnover positivo de proteínas no músculo esquelético (MINUZZI *et al.*, 2019; BEYER; METS; BAUTMANS, 2012).

Especificamente, níveis elevados de TNF- α , IL-6, IL-1 β e proteína C reativa (PCR) favorecem o processo de catabolismo e inibem o anabolismo. Esse processo catabólico prolongado pode levar a atrofia muscular, um declínio da função muscular, o que tornaria o indivíduo mais suscetível a quedas e o desenvolvimento de doenças metabólicas, como a obesidade e o diabetes tipo 2 (MINUZZI *et al.*, 2019; WILSON *et al.*, 2017).

2.8.1.1 Fator de necrose tumoral alfa (TNF- α)

Descoberto em 1975 por Carswell *et al.*, o TNF- α é uma citocina pleiotrópica, ou seja, possui o potencial de desencadear múltiplos efeitos em mais de um tipo celular. Os autores testaram o fator de necrose hemorrágica de tumores produzidos por endotoxina, e verificaram que o soro de camundongos infectados com o bacilo Calmette-Guerin (BCG) tratados com endotoxina produziam uma substância que mimetizava a ação necrótica do tumor. Os autores observaram que a citocina TNF- α era tão eficaz quanto a própria endotoxina em causar necrose do sarcoma e outros tumores transplantados. Uma variedade de testes indicou que o TNF- α não era uma endotoxina residual, mas um fator liberado pelos macrófagos do hospedeiro (CARSWELL *et al.*, 1975).

Além de inibir e matar células tumorais, pode estimular a resposta inflamatória e outras citocinas que causam febre e combatem infecções e a toxicidade direta foi reconhecida inicialmente em 1985 por Beutler, Milsark e Cerami, que redescobriram o TNF- α como uma substância idêntica à caquexina, um mediador sérico implicado nas síndromes consumptivas, presente nas doenças parasitárias e nas neoplasias, reconhecido como um importante mediador da atividade letal das endotoxinas (BEUTLER, MILSARK; CERAMI, 1985).

Em geral, observamos valores elevados de TNF- α na sarcopenia e na caquexia do câncer de forma crônica. Níveis mais elevados de TNF- α estão fortemente correlacionados com perda muscular, redução da força e, portanto, morbidade e mortalidade mais precoce. Já foi demonstrado que este estado clínico de elevação de TNF- α prejudica a capacidade regenerativa em células-tronco derivadas de músculos humanos e camundongos (MEADOWS; HOLLY; STEWART, 2000). Adicionalmente, a administração de TNF- α induziu redução na diferenciação e atrofia dos miofibrilos das células musculares e potencialmente está envolvido na programação de memória deste grupo celular (SHARPLES *et al.*, 2016).

2.8.1.2 Interferon Gama (INF- γ)

O IFN- γ é uma citocina primariamente secretada por células T auxiliares (especificamente, células CD4), células T citotóxicas (células TC), células epiteliais da mucosa, macrófagos e pela família de células conhecida como *natural killers* (NK). O IFN- γ possui propriedades antivirais, imunorreguladoras e antitumorais. Esta citocina

promove uma variedade de respostas fisiológicas e celulares podendo alterar a transcrição de até 30 genes humanos (SCHRODER *et al.*, 2004). Já foi demonstrado que os exercícios físicos alteram os níveis de IFN-g no plasma e esta resposta pode estar relacionada ao regime de intensidade implementado no exercício (VIJAYARAGHAVA e RADHIKA, 2014).

Por ser considerada uma citocina inflamatória com função regulatória associada à recuperação do músculo esquelético após dano muscular em situações experimentais, pesquisadores especularam que o aumento da expressão de IFN-g circulante poderia reduzir a velocidade para atingir um pico de potência com o potencial para influenciar a recuperação do músculo esquelético após um evento de dano muscular em humanos (BARKER *et al.*, 2012).

2.8.1.3 Interleucina 1 beta (IL-1 β)

A descoberta dessa família de citocinas está relacionada aos trabalhos sobre a etiologia da febre realizados na década de 1940 sobre as propriedades da termorregulação corporal em conjunto com a liberação de proteínas das células do exsudato peritoneal em modelos animais com o intuito de esclarecer as relações entre febre, infecção e inflamação. (DINARELLO, 2015). A fundamentação para o termo interleucina se deve à tentativa de classificar as propriedades biológicas atribuídas a fatores solúveis de ambos macrófagos e linfócitos. O termo IL-1 foi então atribuído ao produto macrófago, enquanto que IL-2 foi utilizado para definir o produto dos linfócitos (DINARELLO, 2015).

A IL-1 é primariamente expressada por macrófagos teciduais, monócitos, fibroblastos e células dendríticas, mas também pode ser produzida por linfócitos B, células NK, epiteliais e da microglia. Este grupo de citocinas alteram a expressão de fatores de adesão nas células endoteliais para permitir a migração de células imunocompetentes, como linfócitos e fagócitos. Além da febre, a IL-1 também causa hiperalgesia (aumento da sensibilidade à dor), vasodilatação e hipotensão (CONTASSOT; BEER; FRENCH, 2012).

Contudo, em meados da década de 1980 foi descoberto que IL-1 consistia de duas proteínas distintas então classificadas como IL-1 α e IL-1 β (MOSLEY *et al.*, 1985). Os monócitos são os principais produtores de IL-1 β durante a inflamação, e são capazes de produzir quantidades significativas de inibidores de IL-1 (como IL-1ra),

permitindo um loop de retroalimentação auto-regulatória (MAJED *et al.*, 2017). Além de ser um importante mediador da atividade inflamatória, a IL-1 β está envolvida em uma variedade de outras atividades celulares, incluindo proliferação, diferenciação e apoptose celular. A produção e a atividade da IL-1 β são mantidas sob controle rigoroso em nosso corpo, devido à sua poderosa capacidade de promoção da inflamação. O controle da produção e atividade de IL-1 β permite que a IL-1 exerça suas atividades defensivas sem causar danos extensivos nos tecidos (MAJED *et al.*, 2017).

2.8.1.4 Fator Estimulador de Colônias de Macrófagos e Granulócitos (GM-CSF)

O GM-CSF é um fator de crescimento de glóbulos brancos com função de citocina possuindo estrutura monomérica glicoproteica e com potencial para estimular as células-tronco a produzirem granulócitos e monócitos que por sua vez realizam a migração para o tecido, onde amadurecem em macrófagos e células dendríticas (FRANCISCO-CRUZ *et al.*, 2014). Altas concentrações de GM-CSF são encontradas nas articulações com dos indivíduos com artrite reumatoide, e já foi demonstrado que o bloqueio do GM-CSF tem o potencial de reduzir a inflamação e o dano tecidual nesta população (DEISS *et al.*, 2013). Fatores estimuladores de colônias como o GM-CSF têm o potencial de mobilizar as células progenitoras da medula óssea e do baço para a circulação periférica para um possível aprimoramento do desempenho vascular geral melhorando a função endotelial e saúde cardiovascular devido ao seu papel para a angiogênese (MCDERMOTT *et al.*, 2019).

2.8.2 Citocinas anti-inflamatórias

As citocinas anti-inflamatórias são uma série de moléculas imunorreguladoras que controlam a resposta das citocinas pró-inflamatórias em conjunto com inibidores específicos de citocinas e receptores solúveis de citocinas para modular a resposta imune humana. Seu papel fisiológico na inflamação e no papel patológico em estados inflamatórios sistêmicos é cada vez mais reconhecido. As principais citocinas anti-inflamatórias incluem o receptor antagonista de IL-1 (IL-1ra), IL-4, IL-5, IL-6 muscular, IL-10, IL-11 e IL-13 (OPAL e DEPALO, 2000). Já é bem relatado que o exercício tem o potencial de aumentar a expressão de IL-6, em conjunto com incrementos da IL-1ra e IL-10. Deste modo, parece estar bem estabelecido que

o aumento da expressão de IL-6 relacionado ao exercício físico possui relação com processos de remodelação tecidual e reparo com forte potencial anti-inflamatório (PETERSEN e PEDERSEN, 2005).

2.8.2.1 Interleucina 6 (IL-6)

Inicialmente, a IL-6 era considerada uma citocina imunorreguladora produzida predominantemente por leucócitos como uma resposta inflamatória ao dano muscular induzido pelo exercício (BRUUNSGAARD *et al.*, 1997). Embora a IL-6 seja um indutor potente da resposta proteica de fase aguda, também possui propriedades anti-inflamatórias. A IL-6, atua predominantemente como uma citocina anti-inflamatória regulando negativamente a síntese de IL-1 e TNFs.

Quando foi demonstrado que a liberação de IL-6 pode ser afetada pela biodisponibilidade de carboidratos, foi sugerido que a IL-6 poderia melhorar o suprimento de energia do músculo esquelético, ampliando assim o seu entendimento como ampla atuação no exercício físico (TIBANA *et al.*, 2016; NIEMAN *et al.*, 2003; PETERSEN e PEDERSEN, 2005). Desta forma, um dos determinantes por trás do aumento da IL-6 durante o exercício pode ser o conteúdo de glicogênio muscular. Como previamente descrito, o baixo glicogênio muscular, típico em músculos destreinados, desencadeia uma reação de IL-6 induzida pelo exercício mais acentuada, enquanto a ingestão de glicose durante o exercício pode atenuar o aumento da IL-6 plasmática (NIEMAN *et al.*, 2003).

Deste modo, a resposta sistêmica da IL-6 ao exercício depende da duração e intensidade do exercício, a massa muscular envolvida durante o exercício, o nível de glicogênio muscular e se o carboidrato é ingerido ou não durante o exercício (PEDERSEN, 2018). Após o estímulo de uma sessão de treinamento, a IL-6 é liberada de forma exponencial do músculo para o plasma em contraste com a resposta de citocinas induzidas por uma infecção (PEDERSEN, 2018). Em geral, o exercício provoca um aumento na IL-6 sem um aumento anterior no TNF- α e IL-1 β (PEDERSEN, e FEBBRAIO, 2008). A IL-6 tem grande expressão relacionada ao tecido muscular decorrente da lesão do tecido após o treinamento e está diretamente atrelada à proliferação e diferenciação das células satélites (VIERCK *et al.*, 2000). Esta citocina pode tanto ser pró como anti-inflamatória dependendo apenas do momento pós-lesão qual ela for secretada (CALLE e FERNANDEZ, 2010).

Em um estudo clássico, Ostrowski *et al.*, (1998) verificaram os efeitos de um exercício de longa duração (maratona) para os valores de IL-6 de 16 maratonistas uma semana antes, imediatamente após, e 2 horas após o exercício. Os autores observaram aumentos da expressão do RNA mensageiro (mRNA) de IL-6 no músculo esquelético por meio de biópsias musculares (vasto lateral). Porém, os níveis mRNA não foram aumentados no plasma embora aumentos de IL-6 circulante tenham sido observados após o exercício, seu declínio depois disso coincidiu com um aumento na concentração do receptor antagonista de IL-1 (IL-1ra) de ação anti-inflamatória, logo a duas horas pós-exercício sugerindo que o exercício agudo cria um ambiente anti-inflamatório IL-6. Parece que o modelo de exercício possui influência direta na expressão de IL-6 e em conjunto com a quantidade de músculos recrutados durante o exercício pode influenciar a expressão das citocinas como a IL-6.

2.8.2.2 Interleucina 10 (IL-10)

A interleucina 10 (IL-10) é uma citocina com potentes propriedades anti-inflamatórias que desempenha um papel central na limitação da resposta imune do hospedeiro evitando possíveis danos causados por patógenos e mantendo a homeostase normal do tecido (IYER e CHENG, 2012). A desregulação da IL-10 está associada à imunopatologia aumentada em resposta à infecção, bem como ao aumento do risco de desenvolvimento de doenças autoimunes. A expressão ou sinalização de IL-10 prejudicada pode aumentar a depuração de patógenos durante uma infecção aguda, mas também exacerbar a resposta inflamatória, resultando em imunopatologia exacerbada e dano tecidual colateral (IYER e CHENG, 2012; SIEWE *et al.*, 2006). Neste sentido, parece que o exercício físico promove benefícios anti-inflamatórios em modelos experimentais de insuficiência cardíaca (NUNES; TONETTO; MACHADO, 2008).

Adicionalmente, a participação da IL-10 como agente anti-inflamatório do sistema locomotor decorrente do exercício já é conhecida. Em um experimento prévio, os níveis intra-articulares e perisinoviais da IL-10 foram significativamente maiores após o exercício em pacientes com osteoartrite em contraste com a àqueles que não se exercitaram (LEMS e DEN UYL, 2010). Alinhado com estes achados, o exercício físico parece ser capaz de reverter a atrofia muscular e melhorar o perfil inflamatório no músculo esquelético. Através da redução do nível de TNF- α , bem como pelo

aumento do nível de IL-10 e da razão IL-10 / TNF- α no músculo gastrocnêmio em animais (CALEGARI *et al.*, 2018).

2.8.2.3 Interleucina 5 (IL-5)

A interleucina 5 (IL-5) tem seu gene localizado no cromossomo 5 em humanos, próximo aos genes que codificam IL-3, IL-4 e fator estimulador de colônias de macrófagos e granulócitos (GM-CSF), ativadora de eosinófilos e serve como ligação entre a ativação das células T e a inflamação alérgica eosinofílica. As funções eosinofílicas incluem: movimento para áreas inflamadas, retenção de substâncias, morte de células, atividade antiparasitária e bactericida, participação em reações alérgicas imediatas e modulação de respostas inflamatórias. É primariamente produzida pela subpopulação de células T-2 de células T CD4+ e mastócitos ativados (VAN LEEUWEN *et al.*, 1989). Aparentemente, a IL-5 está relacionada a diversas doenças alérgicas, incluindo rinite e asma, em que se observou um grande aumento nas concentrações circulantes de IL-5 e nos tecidos das vias aéreas (SHENN *et al.*, 2003). Além da IL-5 ser uma citocina ativadora de eosinófilos e serve como ligação entre a ativação das células T e a inflamação alérgica eosinofílica, parece estar relacionada com ações de características anti-inflamatórias ligadas ao exercício (PEAKE *et al.*, 2015).

Capítulo III

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Delineamento do estudo

O desenho do estudo é do tipo quase-experimental, contendo duas sessões experimentais, em seres humanos, em que os pré-testes e todas as verificações pós-testes foram realizados em um período que abrange três semanas (THOMAS, NELSON e SILVERMAN, 2012).

3.2 Universo, Amostragem e Amostra.

3.2.1 Universo

O universo do presente estudo foi constituído por homens jovens (18 a 35 anos) previamente engajados em um programa de treinamento físico em academias da cidade de Petrópolis-RJ.

3.2.2 Amostragem

O estudo foi divulgado por mídias sociais e cartazes fixados em academias locais. As inscrições foram realizadas na secretaria da Academia Aeróbica e diretamente com o autor da tese (contatos presentes no termo de consentimento livre e esclarecido).

Após as inscrições, o cronograma e os objetivos do estudo foram detalhadamente explicados aos participantes de modo a conferir a predisposição de cada um dos voluntários para participação na pesquisa, seguida de avaliação dos critérios de inclusão e exclusão.

Os sujeitos que sinalizaram positivamente sua participação eram avaliados por meio de uma anamnese, realizada pelo pesquisador principal individualmente e em formato de entrevista. Os seguintes critérios para a formação do grupo de indivíduos que participaram do estudo foram adotados:

3.2.3 Amostra

Participaram do estudo 10 homens ($27,5 \pm 4,2$ anos, $81,7 \pm 8,5$ kg, $177,0 \pm 6,1$ cm, $1,28 \pm 0,17$ kg/m² força relativa no supino, $3,5 \pm 0,91$ kg/m² força relativa no *leg press*) com pelo menos um ano de experiência prévia em TF.

3.2.2.1 Critérios de inclusão

Participaram do estudo, indivíduos:

- a) Com idade entre 18 a 35 anos;
- b) Sexo masculino;
- c) Com treinamento prévio na atividade (musculação) de no mínimo de um ano;
- d) Indicação e/ou liberação médica para a realização de exercícios físicos;
- e) Ter respondido negativamente a todas as perguntas do questionário PAR-Q (SHEPHARD, 1988).

3.2.2.2 Critérios de exclusão

Foram considerados inaptos para a participação neste estudo os indivíduos que:

- a) Apresentassem qualquer condição aguda ou crônica de saúde que pudesse comprometer ou se tornar fator de impedimento à realização de atividades físicas;
- b) Utilizassem medicamentos que alteram o metabolismo;
- c) Possuíssem doenças endócrinas pré-estabelecidas, cardiopatias, hipertensão arterial, asma não controlada e quaisquer condições musculoesqueléticas que pudessem servir de fator de interferência à prática da atividade (osteoartrite, fratura recente, tendinite e uso de prótese);
- d) Possuíssem Distúrbios neurológicos e/ou fizessem uso de medicamentos que pudessem causar distúrbios de atenção;

Todos os voluntários, submetidos à avaliação diagnóstica, fizeram parte dos dados relativos ao cálculo do 'n' amostral especificado abaixo.

$$n \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} * \sigma}{d} \right)^2$$

Onde:

$Z_{\alpha/2}$ = valor de Z (para um grau de confiança de 95%, $Z = 1,96$)

n= número de sujeitos

σ = variância estimada

d = erro máximo de estimativa

3.2.2.3 Ética da Pesquisa

O presente estudo atendeu às normas para a realização de pesquisa em seres humanos, de acordo com a Resolução 466 de 2012, do Conselho Nacional de Saúde de 07/04/2016 (BRASIL, 2016), e da Resolução de Helsinki (WMA, 2008). Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo III). No TCLE consta que embora o estudo siga as recomendações sobre treinamento de força, tanto para os testes como para o procedimento experimental, não era descartada a possibilidade de desconforto ou até mesmo de lesão osteomioarticular durante a realização das sessões de coleta. Outro risco esperado é que durante as coletas sanguíneas poderiam ocorrer algum erro, e assim possivelmente o extravasamento de sangue venoso da veia antecubital. Na tentativa de minimizar qualquer evento adverso, um profissional de enfermagem experiente realizou e acompanhou todas as coletas que envolviam acesso venoso. Caso ocorresse algum tipo de desconforto associado ao procedimento experimental o avaliado poderia entrar em contato com o pesquisador principal que tomaria todas as condutas de atendimento cabíveis. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética de Pesquisa da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) sobre o número de CAAE: 97972818.5.0000.5285 Após a apreciação ética, o experimento foi aprovado segundo o parecer 3.208.972 (Anexo IV).

3.3. Materiais e Métodos

3.3.1 Teste de Força (10-RM)

A coleta de dados foi realizada em cinco visitas não consecutivas. Na primeira visita, foram aferidos e registrados o peso corporal, estatura e percentual de gordura. Já para a segunda visita, os participantes realizaram o teste de dez repetição máximas (10-RM) de forma alternada para cada participante nos exercícios supino horizontal (SH) e *leg press* (LP). Na utilização do protocolo para avaliação de cargas no teste de 10-RM, os sujeitos foram avaliados para obtenção da reprodutibilidade do teste em uma terceira visita com o mínimo de 72 horas da sessão de testes anterior. Os exercícios foram selecionados devido à sua grande utilização em centros de saúde e facilidade de execução seguindo normas padronizadas (BAECHLE e EARLE, 2000).

Adicionalmente todos os avaliados possuíam no mínimo um ano de experiência previa com a realização do exercício e familiaridade com a zona de carga/intensidade estipulada (10-RM).

Objetivando reduzir a margem de erro no teste de 10-RM, as seguintes estratégias foram adotadas (Simão *et al.* 2005): a) instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvesse a coleta de dados; b) o avaliado era instruído sobre a técnica de execução do exercício; c) o avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida, pois pequenas variações no posicionamento das articulações envolvidas no movimento poderiam acionar outros músculos, levando a interpretações errôneas dos escores obtidos; d) estímulos verbais padronizados foram fornecidos, a fim de manter alto nível de motivação de cada sujeito (MCNAIR *et al.*, 1994); e) as barras e anilhas de ferro utilizadas no estudo foram previamente aferidas em balança de precisão. Os intervalos entre as tentativas em cada exercício durante o teste de 10-RM foram estipulados em 10 minutos. Após a obtenção da carga em um determinado exercício, os participantes respeitaram um intervalo mínimo 10 minutos para que o indivíduo pudesse dar seguimento ao próximo exercício.

3.3.2 Coleta de sangue, movimentação, armazenagem e descarte.

Foram coletadas amostras de sangue imediatamente antes, três, seis, 12 e 24 horas após a intervenção de exercícios. Por razão de logística, todas as coletas sanguíneas foram realizadas em uma sala propriamente higienizada e destinada à avaliação física dos praticantes, situada nas próprias dependências da academia com a autorização do proprietário que prestou anuência ao projeto. As coletas ocorreram sob a supervisão e acompanhamento dos profissionais de enfermagem e medicina que também prestaram prévia anuência ao projeto. O sangue foi colhido através de punção venosa realizada por uma flebotomia certificada em 10 ml, heparina de sódio, e tubos de vácuo de separação de soro (*Vacutainer*) por um profissional de enfermagem experiente. Todas as amostras foram separadas em soro e plasma por centrifugação a 4°C durante 15 minutos a 2000g. Após a remoção das camadas de soro e camada leuco-plaquetária, os eritrócitos foram lavados três vezes com dois volumes de solução salina isotônica. Os eritrócitos foram lisados com água destilada fria. O soro do sangue foi dividido em alíquotas e armazenado a -80°C para análise

posterior. Todas as amostras foram analisadas em duplicata, e os resultados médios foram calculados. O descarte do material seguiu as normas do protocolo operacional padrão 008 (POP-008) do departamento de análise bioquímica da instituição (Hospital Universitário Gaffreé e Guinle - HUGG), de modo que os materiais biológicos como tubos de coleta e as sobras e resíduos de fluidos biológicos eram encaminhados para autoclavagem e posterior descarte em lixeira com saco próprio para coleta de materiais infectantes. Posteriormente, estes materiais foram recolhidos por pessoal treinado. Já os materiais perfurocortantes foram descartados em recipiente próprio "DESCARPACK®" que após lacrado é embalado em saco próprio para coleta de materiais infectantes e recolhido periodicamente também por pessoal treinado. Estes resíduos são acondicionados em local reservado para coleta por empresa especializada e contratada para a retirada e descarte destes materiais.

3.3.3 Parâmetros hematológicos, marcadores de lesão e contagem de células brancas.

Para os biomarcadores de lesão do tecido muscular e contagem de leucócitos as amostras foram coletadas no pré-exercício, três, seis, 12h e 24h após o exercício. As amostras de sangue coletadas por punção venosa de uma veia antecubital para posterior determinação das concentrações de creatina quinase circulante (CK), L-lactato desidrogenase (LDH), contagem total de leucócitos e seus subtipos (linfócitos, neutrófilos e monócitos). A análise bioquímica foi realizada utilizando kits comerciais (lote para CK: 182906-01 [Roche]; lote para LDH: 00202541 [Roche]; *Reagent Cellpack*: p7066; *Stromatolyser* 4DL: p6014; *Sulfolyser*: p6009) específicos para humanos em um dispositivo automático (Cobas E601 - Roche). Para as análises de CK e LDH, utilizamos o método de eletroquimioluminescência. A análise hematológica foi realizada imediatamente após a coleta, por meio de análise automatizada (KX-21N, *Sysmex*), utilizando-se os tubos contendo o sangue coletado ao longo dos vários momentos distintos pelo método fotométrico.

3.3.4 Citocinas

Os níveis de citocinas para interleucina (IL) -1 β , IL-5, IL-6, IL-10, INF- γ , TNF- α e GM-CSF no soro foram determinados através de um dispositivo automático multiplex (modelo *Luminex*™ 100/200) baseado em citometria de fluxo. A análise das

citocinas foi realizada utilizando kits comerciais para o painel humano de citocinas magnéticas (*Thermos-Fisher Scientific*™ [LHC0001M]). As análises das citocinas corresponderam aos momentos pré-exercício, seis, 12 e 24 horas após o exercício. Para todas as verificações, a sensibilidade analítica foi <0,5 pg/ml; exceto para GM-CSF que a sensibilidade analítica era <0,05 pg/ml. Uma diluição de 1:3 entre os pontos da curva foi adotada para a realização deste experimento.

3.3.5 Procedimentos para a Obtenção da Taxa de Esforço Percebido

A escala para TF OMNI aplicada à adultos (LAGALLY e ROBERTSON., 2006) foi implementada para classificar os dados de esforço percebido (EP). Os indivíduos foram familiarizados com escala OMNI para adultos na semana anterior aos testes de carga. Os participantes deveriam escolher um número de zero a dez com base em seu esforço percebido ou intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto e/ou fadiga experimentada durante a sessão de exercício (LAGALLY e ROBERTSON, 2006). No processo de familiarização os exercícios SH e LP foram praticados durante as sessões regulares de treino dos indivíduos por três séries de 15 repetições com intervalos de descanso de três minutos entre as séries com cargas auto selecionadas por cada participante (similarmente as rotinas diárias de treinamento). Imediatamente após cada série de exercícios, os participantes deveriam identificar seu EP a fim de fornecer uma medida subjetiva do nível de esforço (SCUDESE *et al.*, 2015; 2016c; SENNA *et al.*, 2015; 2016;).

3.4. Procedimentos Experimentais

3.4.1 Rotina experimental

Uma semana após o reteste de 10-RM, os sujeitos foram ordenados de forma alternada para a realização de duas visitas separadas também por uma semana, em que realizaram cinco séries submáximas de dez repetições para uma carga calculada a 85% de 10-RM, para os exercícios de SH e LP de modo a garantir a equalização do volume de treinamento (número de repetições a cada série e número total de repetições completadas para ambas as condições) respeitando três minutos de recuperação para cada um dos diferentes métodos de intervalo (ativo ou passivo).

Para a realização do método de intervalo passivo, os indivíduos aguardavam o término dos respectivos três minutos de intervalo sem realizar movimentos bruscos

nos bancos dos respectivos aparelhos de ambos os exercícios (SH e LP). Em ambos os casos, os sujeitos adotaram uma posição de decúbito dorsal permanecendo assim até o término do intervalo e início da série subsequente.

Já para a realização do método de intervalo ativo, os três minutos foram divididos da seguinte maneira: 30 segundos de descanso após o término da última série, dois minutos de execução do intervalo ativo, e 30 segundos para se posicionarem novamente para a execução da série subsequente.

Para a execução do intervalo ativo no SH, os indivíduos permaneciam deitados em decúbito dorsal, como na posição de execução do supino horizontal barra e anilhas, e realizavam movimentos com a resistência do próprio peso dos membros superiores durante todo o tempo de dois minutos de intervalo ativo. Os movimentos eram realizados com os braços estendidos lateralmente ao corpo na altura dos ombros, abrangendo um ângulo de 90° entre flexão e extensão horizontal do braço.

Já para o intervalo ativo no exercício LP, os sujeitos realizavam agachamentos parciais com o peso corporal, mantendo uma amplitude na qual o osso do fêmur permanecesse paralelo ao solo no momento de transição da fase excêntrica para a fase concêntrica do movimento.

Para ambos os exercícios a cadência foi estipulada pelo uso de um metrônomo da marca Seiko® modelo SQ50-V Quartz, emitindo sinais sonoros ajustado para 60 pulsos por minuto, em que a cada pulso, os indivíduos realizavam uma fase do movimento (concêntrica ou excêntrica). Deste modo, os indivíduos faziam um total de 30 movimentos completos por minuto, ou 60 movimentos completos ao longo da duração total de cada um dos intervalos ativos entre séries.

Para ambas as sessões, os indivíduos realizaram um aquecimento prévio, que consistia de duas séries de 12 repetições com 40% de 10-RM que era pré-estimado e baseado a partir de suas rotinas individuais de treinamento (SENNA *et al.*, 2016). Então, um intervalo de dois minutos era respeitado após o aquecimento e antes das séries (SENNA *et al.*, 2016). Como descrito anteriormente, todos os indivíduos receberam um encorajamento verbal padronizado (MCNAIR *et al.*, 1994). Nenhuma tentativa foi feita para controlar a velocidade de repetição e todas as visitas foram conduzidas entre 06:00 e 08:00 horas da manhã. Este horário foi selecionado com o intuito de se evitar ao máximo os efeitos cumulativos do decorrer do dia no ciclo circadiano dos participantes (SCUDESE *et al.*, 2016c).

Adicionalmente, a coleta de cada indivíduo foi realizada no mesmo horário para cada sessão (SCUDESE *et al.*, 2016c; SENNA *et al.*, 2012). O registro dos dados do EP através da escala *Omni-Res* (LAGALLY e ROBERTSON, 2006) foi realizado imediatamente após (PÓS-EP) a execução de cada série. Assim como a coleta da amostra sanguínea pré-exercício, foram coletadas mais quatro amostras de sangue em três, seis, 12 e 24 horas após o término da última série de da sessão de TF. As figuras 1 e 2 foram elaboradas a fim de esquematizar os procedimentos experimentais e coletas sanguíneas.

Figura 1: Esquematização dos procedimentos experimentais

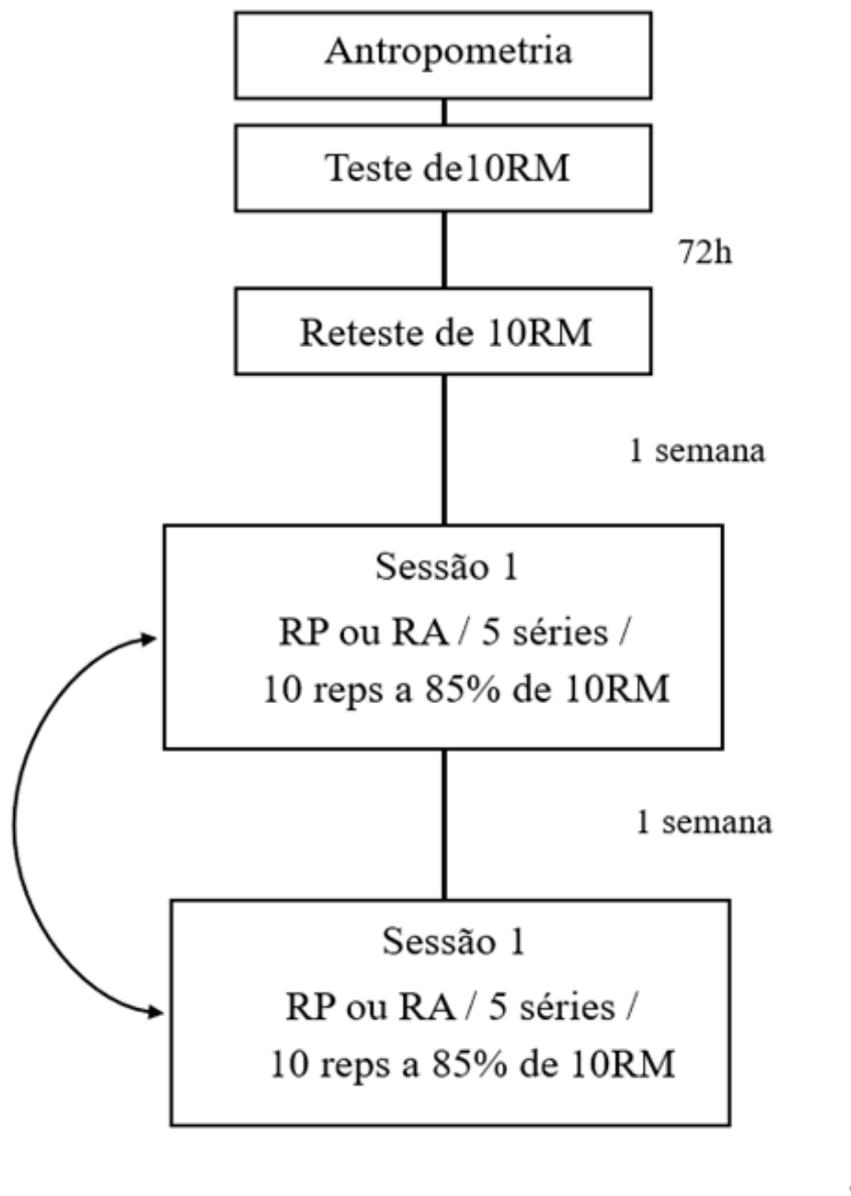


Figura 2: Momentos das coletas sanguíneas



3.4.2 Controle alimentar

Os indivíduos foram orientados a preencher o questionário de frequência de consumo alimentar (QFCA) de modo que se comprometeram a garantir um padrão similar de ingestão de alimentos nos dias anteriores as intervenções experimentais (RIBEIRO *et al.*, 2006; HINNIG *et al.*, 2014). A realização das visitas separadas por uma semana de intervalo, além de garantir a devida recuperação tecidual e sistêmica ao participante, é usualmente uma estratégia utilizada de modo a garantir um padrão similar de ingestão alimentar de acordo com a rotina semanal de cada indivíduo.

Neste sentido, os sujeitos foram orientados a reproduzir da forma mais fiel possível o padrão alimentar registrado pelo QFCA da semana anterior, de modo a garantir um estado nutricional similar em ambas as visitas. Adicionalmente, os sujeitos receberam uma refeição padrão uma hora antes da realização dos procedimentos experimentais com o intuito de garantir as mesmas condições alimentares para cada indivíduo e permitir uma condição favorável à análise (GEROSA-NETO *et al.*, 2016; ROSSI *et al.*, 2016; SCUDESE *et al.*, 2016). As refeições foram elaboradas de forma a fornecer quantidades de carboidrato e proteína recomendadas à prática de atividade física com ênfase para o fornecimento de energia e adequada distribuição dos macronutrientes (carboidrato > proteína > gordura > fibra): 40g de carboidratos, 8g de proteína, 6g de gorduras e 5g de fibra para um total de 256 kcal (ACSM, 2009b; SCUDESE *et al.*, 2016).

Com o intuito de garantir o estado equilibrado de hidratação (euhidratação) durante o exercício, cada indivíduo foi orientado a ingerir de cinco a sete mililitros de

água por quilograma de peso corporal logo ao acordar (ACSM, 2009b) nos dias de sessão de coleta. Deste modo, o objetivo é reduzir os possíveis efeitos deletérios ao desempenho físico e também evitar inconsistências nos parâmetros basais hematológicos ocasionados por um possível estado de desidratação.

3.5- Análise Estatística

3.5.1 - Estatística descritiva

Todos os dados das verificações sanguíneas foram apresentados segundo sua média e desvio padrão (Média \pm DP) com o intervalo de confiança adotado em 95% para todos os cálculos ($p = 0,05$). Já os dados do esforço percebido foram apresentados segundo a mediana e seus respectivos intervalos interquartis (25% e 75%).

3.5.2 - Estatística Inferencial

Inicialmente, logo após os testes de carga, a reprodutibilidade no teste-reteste para cada exercício foi demonstrada através do coeficiente de correlação intraclassa e um teste T pareado. Uma ANOVA para medidas repetidas foi conduzida para a análise de todas as amostras sanguíneas e seguida, quando necessário, de um post-hoc de Fischer foi realizado.

O tamanho do efeito foi calculado como sugerido por Cohen (COHEN, 1988), assim como os limites de modo a determinar a magnitude do tratamento. Para estes limites são adotadas as seguintes classificações: (a) trivial, com o valor abaixo ou igual a 0,3; (b) moderado, com o valor abaixo ou igual a 0,8; e (c) grande, com o valor acima de 0,8.

Os testes de Friedman e Wilcoxon foram utilizados para a verificação dos dados não paramétricos provenientes do EP (*Omni-Res*), de modo a comparar diferenças nos valores obtidos entre as diferentes séries e entre os protocolos de intervalo. Os dados provenientes de escalas têm características ordinais, e por esse motivo, são classificados como não paramétricos. Quando necessário, o teste de múltiplas comparações foi aplicado para análise posterior. Todas as análises foram realizadas através do programa SPSS versão 21.0 (IBM, I.C.). O valor de significância adotado foi de $p \leq 0,05$ em todos os testes.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

4.1 Resultados

4.1.1 Característica da amostra

As características relacionadas ao peso (massa corporal em kg), altura (estatura em cm) e idade (em anos) estão expressas a seguir na tabela 1, em conjunto com os dados da força relativa encontrada nos exercícios LP e SH respectivamente. Os dados da força relativa expressam a condição de força específica de um indivíduo para 1RM dividido pelo seu peso corporal. Este dado auxilia para a compreensão do estado de força global para aquela tarefa específica.

Tabela 1: Características da amostra.

Características	Valores
Massa corporal (kg)	81,7 ± 8,5
Estatura (cm)	177,0 ± 6,1
Idade (anos)	27,5 ± 4,2
Percentual de gordura	9,86 ± 3,25
Força relativa no LP (kg/kg massa corporal)	3,5 (± 0,91)
Força relativa no SH (kg/kg massa corporal)	1,28 (± 0,17)

4.1.2 Reprodutibilidade das cargas

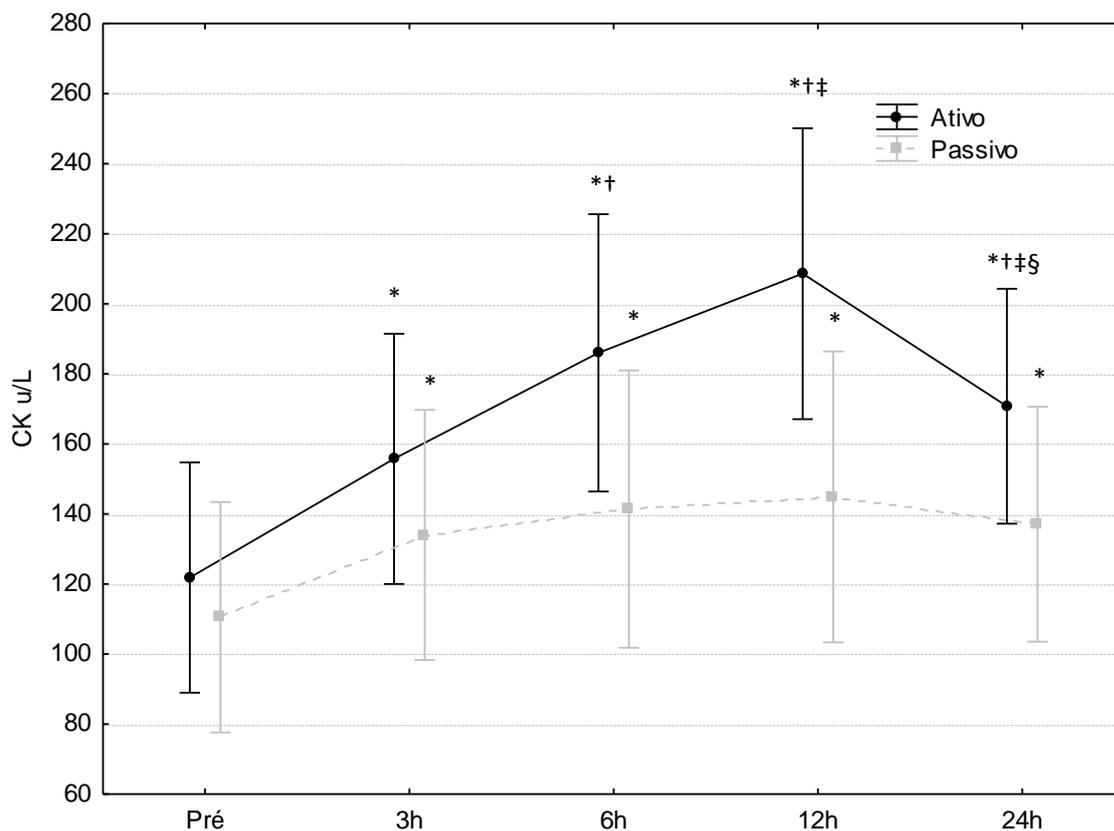
Uma ótima reprodutibilidade entre teste e reteste para cada exercício foi demonstrada através do coeficiente de correlação intraclassa (LP: $r = 0,97$; SH: $r = 0,98$). Além disso, o teste T de *Student* pareado não indicou diferenças significativas nas cargas 10-RM no teste-reteste para cada exercício analisados separadamente (LP: $p = 0,11$; SH: $p = 0,15$).

4.1.3 Resultados para lesão tecidual muscular

Para as concentrações de CK, foi observado um efeito significativo de interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,002$). Relacionado aos diferentes momentos das verificações, observamos diferenças significativas para a CK quando comparados ao momento pré-exercício ($p < 0,0001$) para o efeito principal (*main-effect*). Especificamente para a RA, o teste *post-hoc* de Fischer apontou

diferenças significativas logo a partir da verificação de 3 horas em crescente elevação com as verificações subsequentes até a marca das 12 horas, porém, ainda superior ao pré-exercício em 24 horas. A condição de intervalo passivo apresentou elevações em todas as verificações comparadas ao momento pré-exercício. Adicionalmente, não ocorreu diferença entre as condições de recuperação para o efeito principal ($p = 0,15$). Demais peculiaridades relacionadas aos dados de CK podem estar melhor detalhados na figura 3.

Figura 3: Concentrações de CK no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 3h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 6h.

§ Diferenças significativas em comparação à 12h.

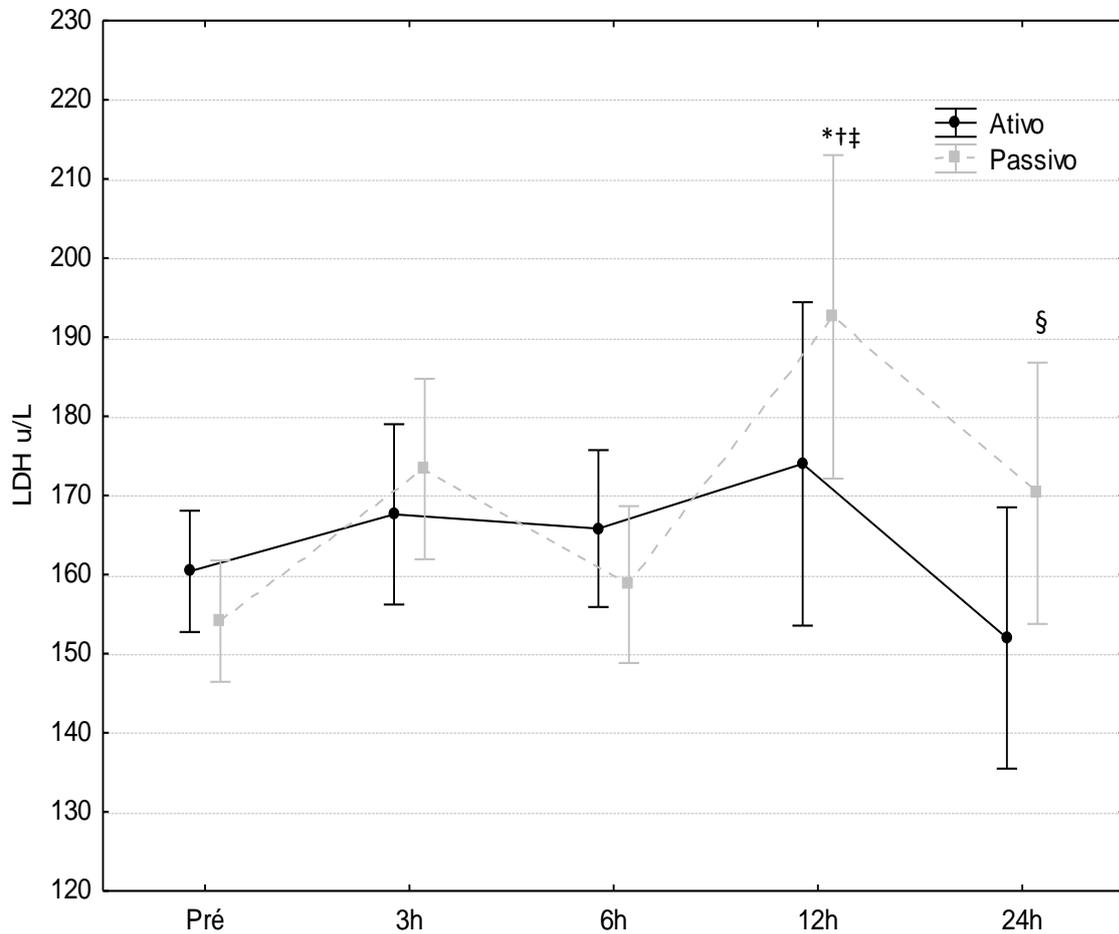
Para a magnitude dos achados verificados pelo tamanho do efeito, foram encontradas grandes elevações da CK desde o momento de 3 horas após o exercício para a RP e a partir de 6 horas para a condição de RA e se mantendo elevado até o final das coletas (24 horas) para ambos protocolos. Todos os dados do efeito do tamanho para CK estão representados na tabela 2.

Tabela 2. Tamanho do efeito para CK entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	3h	6h	12h	24h
Ativo	0,52 (Moderado)	0,98 (grande)	1,33 (grande)	0,82 (grande)
Passivo	0,97 (grande)	1,04 (grande)	1,07 (grande)	1,00 (grande)

Para a concentração de LDH, não foi observado o efeito significativo de interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,112$). Para o efeito principal de momentos das verificações, apenas a RP apresentou diferenças entre os tempos de coleta ($p < 0,0001$). Especificamente para a condição de RP, o momento de 12 horas após o exercício demonstrou uma grande elevação em relação ao pré, 3, 6 e novamente 24 horas após exercício. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal ($p = 0,269$) entre as condições de repouso. Demais peculiaridades relacionadas aos dados de LDH podem ser encontradas na figura 4.

Figura 4: Concentrações de LDH no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 3h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 6h.

§ Diferenças significativas em comparação à 12h.

A magnitude dos achados verificados pelo tamanho do efeito demonstrou incrementos da LDH de ordem moderada para os momentos iniciais de 3 e 6 horas seguidos de uma grande elevação o momento de 12 horas terminando com uma inversão do efeito de magnitude moderada para 24 horas para a RA. Para os valores da RP, ocorreu um aumento de grande efeito para os momentos de 3, 12 e 24 horas, tendo uma ocorrido uma elevação moderada pontual em 6 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para LDH estão representados na tabela 3.

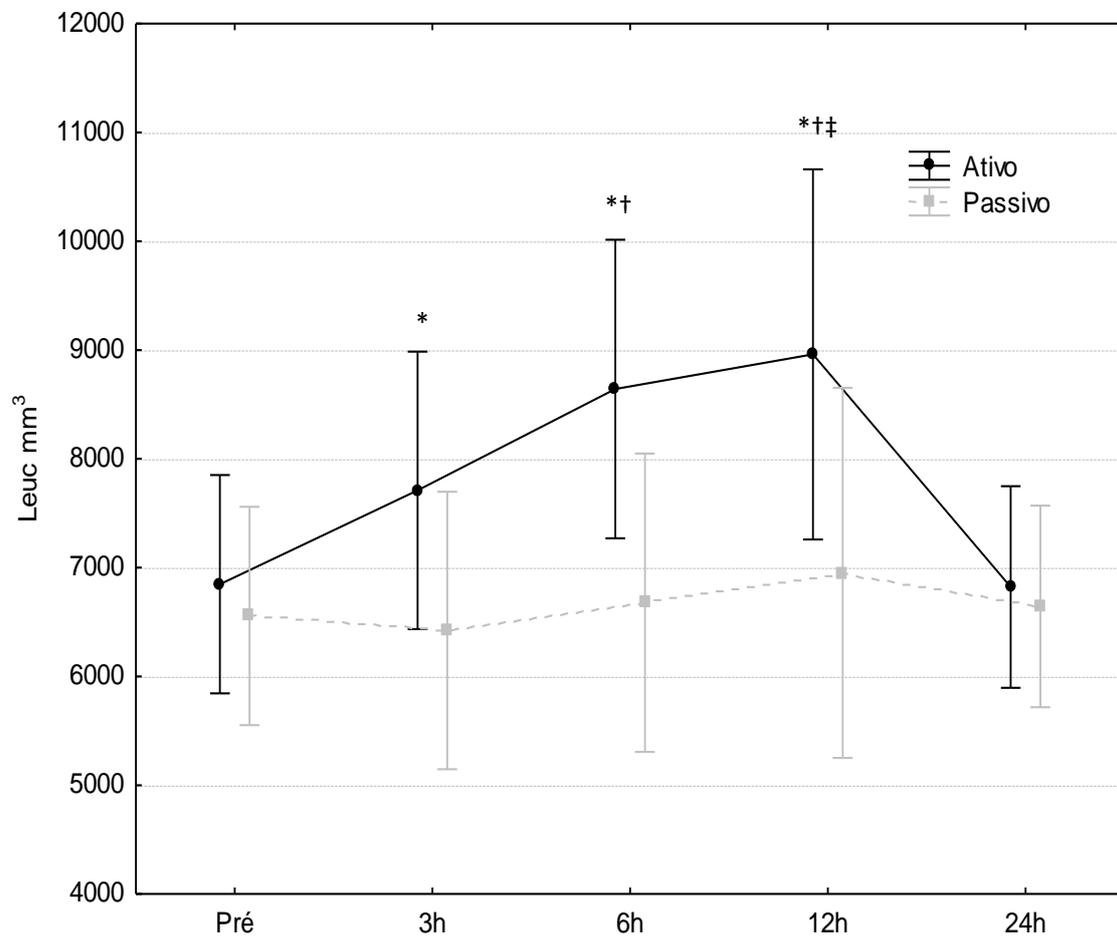
Tabela 3. Tamanho do efeito para LDH entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	3h	6h	12h	24h
Ativo	0,59 (moderado)	0,44 (moderado)	1,3 (grande)	-0,7 (moderado)
Passivo	1,73 (grande)	0,42 (moderado)	3,47 (grande)	1,46 (grande)

4.1.4 Resultados para contagem leucocitária

Para a contagem total de leucócitos, foi observado o efeito significativo de interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,0001$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito principal entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,001$). Especificamente, os dados para a RA apresentaram elevações significativas no número total de leucócitos entre 3 e 12 horas após o exercício comparado ao valor de pré-exercício. Adicionalmente, o valor obtido em 6 horas foi também maior do que 3 horas. Por último, o valor encontrado em 12 horas foi maior do que 3 e 6 horas respectivamente. Para a RP, não foram observadas diferenças entre os diferentes momentos de verificação. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal ($p = 0,181$) entre as condições de intervalo. Demais peculiaridades relacionadas aos dados de CK podem ser observadas na figura 5.

Figura 5: Contagem total de leucócitos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



*Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 3h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 6h.

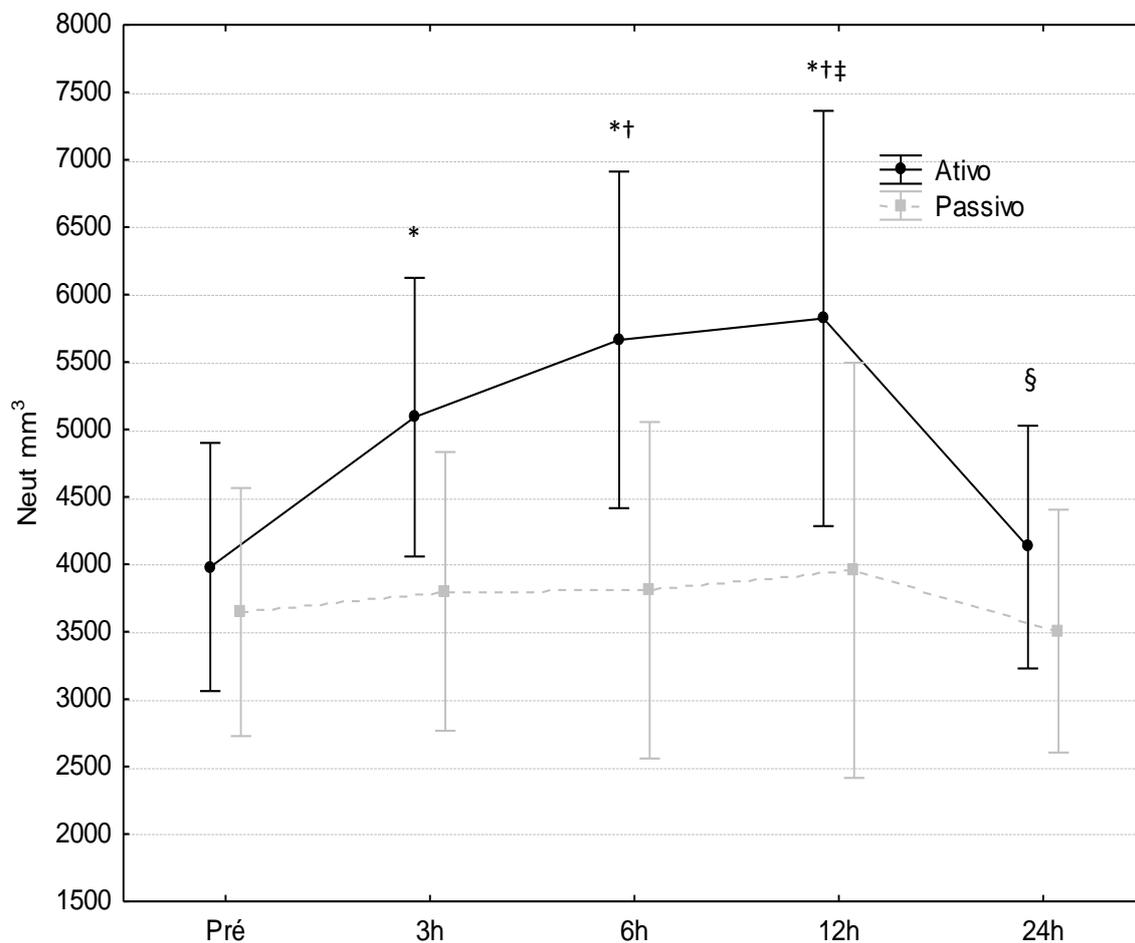
Para os dados do tamanho do efeito das alterações leucocitárias observamos um aumento de ordem moderada logo em 3 horas seguidos de incrementos de grande magnitude em 6 e 12 horas após o exercício para o protocolo de RA. Para os dados da RP, ocorreram alterações de magnitude trivial em todos os momentos após o exercício. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de leucócitos estão representados na tabela 4.

Tabela 4. Tamanho do efeito para a contagem total de leucócitos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	3h	6h	12h	24h
Ativo	0,5 (moderado)	1,05 (grande)	1,23 (grande)	-0,01 (trivial)
Passivo	-0,10 (trivial)	0,09 (trivial)	0,30 (trivial)	0,06 (trivial)

Para a contagem de neutrófilos, foi observado o efeito significativo de interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,0001$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito principal entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,0001$). Especificamente, os dados para a RA apresentaram elevações significativas no número total de leucócitos entre 3 e 12 horas após o exercício comparado ao valor de pré-exercício. O valor obtido em 6 horas foi também maior do que 3 horas. Adicionalmente, o valor encontrado em 12 horas foi maior do que 3 e 6 horas respectivamente. Por último, observamos uma queda significativa no valor de 24 horas quando comparado com a última elevação encontrada em 12 horas. Para a RP não observamos diferenças significativas entre os momentos de verificação. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal de comparação entre os diferentes métodos de intervalo ($p = 0,127$). Demais peculiaridades relacionadas às concentrações de neutrófilos podem ser encontradas na figura 6.

Figura 6: Contagem de neutrófilos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



*Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 3h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 6h.

§ Diferenças significativas em comparação à 12h.

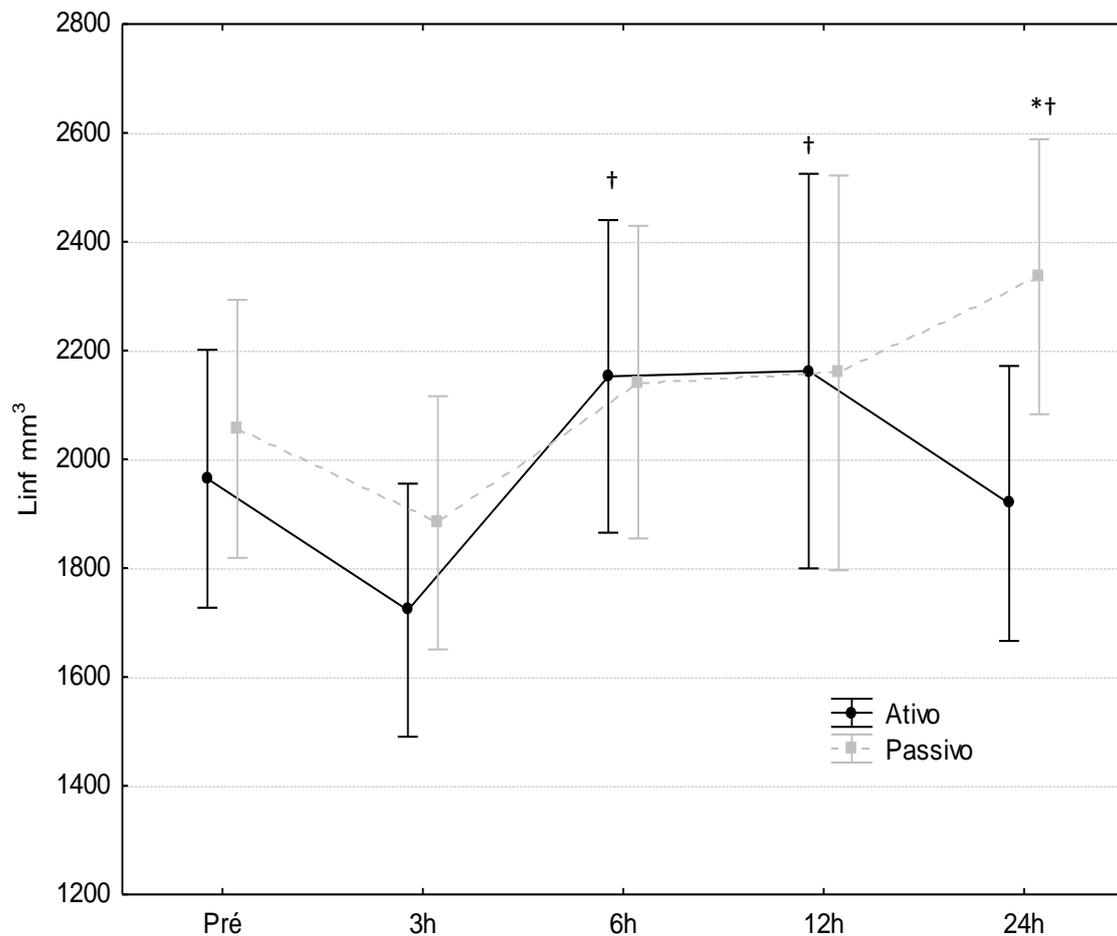
Para os dados do tamanho do efeito das alterações para o número total de neutrófilos observamos um aumento de ordem moderada logo em 3 horas seguidos de incrementos de grande magnitude em 6 e 12 horas após o exercício para o protocolo de RA. Para os dados da RP, ocorreram alterações de magnitude trivial em todos os momentos após o exercício exceto por um efeito moderado de incremento encontrado em 12 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de neutrófilos estão representados na tabela 5.

Tabela 5. Tamanho do efeito para a contagem de neutrófilos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	3h	6h	12h	24h
Ativo	0,66 (moderado)	1,1 (grande)	1,09 (grande)	0,08 (trivial)
Passivo	0,21 (trivial)	0,11 (trivial)	0,40 (moderado)	-0,27 (trivial)

Para a contagem de linfócitos, não foi observado o efeito principal da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,257$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,005$). Especificamente, os dados para a RA apresentaram elevações significativas no número de linfócitos em 6, 12 e 24 horas comparados ao valor de 3 horas. Para os dados da RP, o valor encontrado em 24 horas foi significativamente maior do que os valores de pré-exercício e 3 horas. Não observamos diferenças significativas para a comparação do efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,331$). Demais peculiaridades relacionadas às concentrações de linfócitos podem ser observadas na figura 7.

Figura 7: Contagem de linfócitos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 3h.

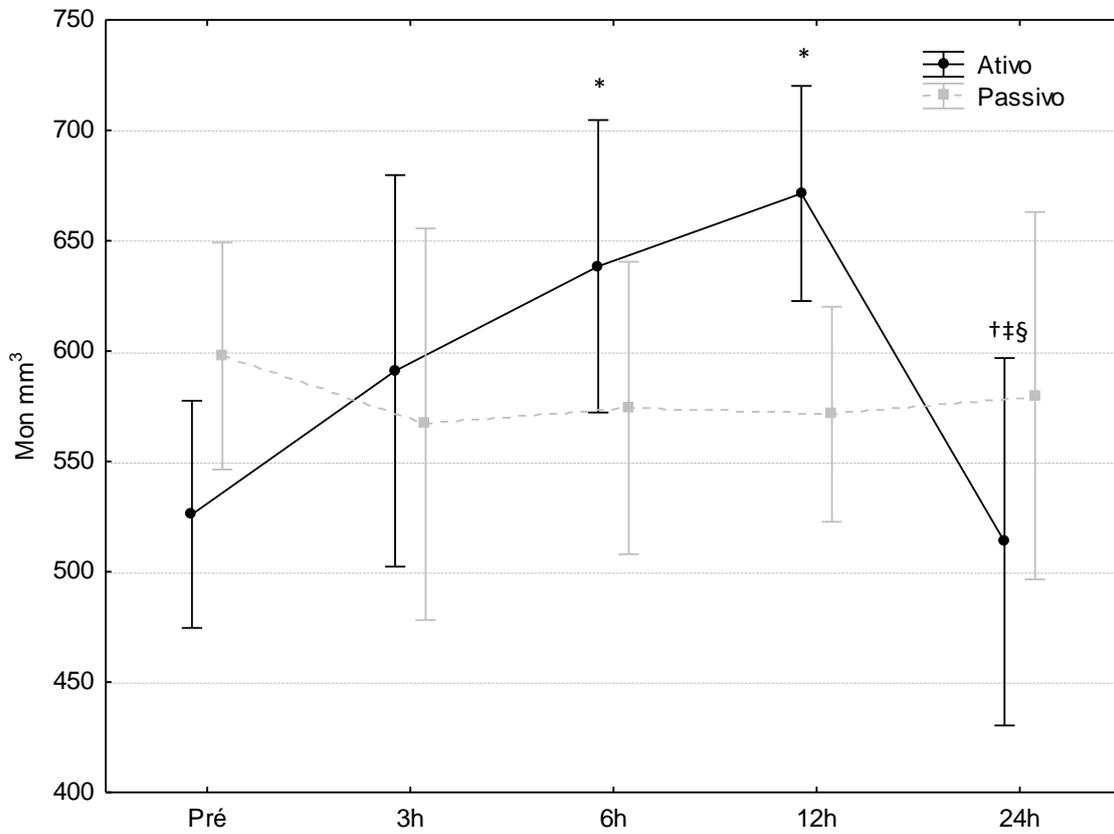
Os dados do tamanho do efeito das alterações para o número de linfócitos apresentaram uma grande redução logo em 3 horas seguidos de incrementos de grande magnitude em 6 e 12 horas após o exercício terminando com uma redução de ordem trivial em 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos uma redução de ordem moderada logo em 3 horas seguida por elevações triviais em 6 e 12 horas terminado com um aumento moderado em 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de linfócitos estão representados na tabela 6.

Tabela 6. Tamanho do efeito para a contagem de linfócitos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	3h	6h	12h	24h
Ativo	-1,1 (grande)	0,89 (grande)	0,94 (grande)	-0,21 (trivial)
Passivo	-0,37 (moderado)	0,19 (trivial)	0,22 (trivial)	0,61 (moderado)

Para a contagem de monócitos, foi observado o efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,002$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,022$). Especificamente, os dados da RA apresentaram elevações significativas no número de monócitos em 6 e 12 horas comparados ao valor do pré-exercício seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 3, 6 e 12 horas. Para a RP não observamos diferenças significativas entre os momentos de verificação. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,774$). Demais peculiaridades relacionadas aos números de monócitos podem ser observadas na figura 8.

Figura 8: Contagem de monócitos no pré-exercício (Pré), e 3 horas (3h), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 3h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 6h.

§ Diferenças significativas em comparação à 12h.

Para o tamanho do efeito das alterações para as concentrações de monócitos apresentaram uma grande elevação logo em 3 horas seguidos de incrementos de grande magnitude em 6 e 12 horas após o exercício terminando com uma redução de ordem trivial em 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos uma redução de ordem moderada em 3, 6 e 12 horas seguidos de uma redução trivial em 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de monócitos estão representados na tabela 7.

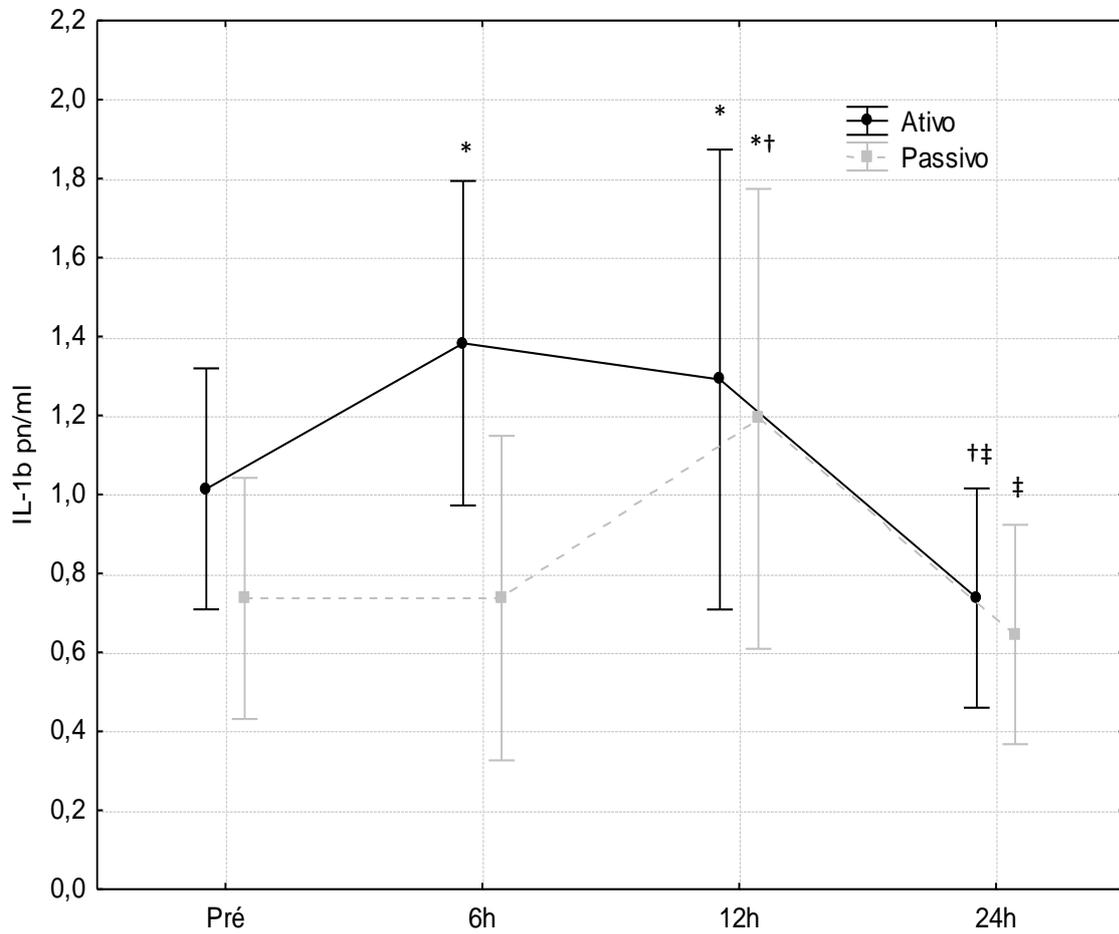
Tabela 7. Tamanho do efeito para a contagem de monócitos entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	3h	6h	12h	24h
Ativo	0,81 (grande)	1,41 (grande)	1,82 (grande)	-0,15 (trivial)
Passivo	-0,41 (moderado)	-0,31 (moderado)	-0,35 (moderado)	-0,23 (trivial)

4.1.5 Resultados para resposta inflamatória

Para os valores de IL-1b não observamos significância estatística para efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,251$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,005$). Especificamente, os dados da RA demonstraram elevações significativas nos valores de IL-1b em 6 e 12 horas comparados ao valor do pré-exercício seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 6 e 12 horas. Para a RP observamos um aumento significativo em 12 horas comparado ao pré-exercício e 6 horas seguido de uma redução em 24 horas comparado aos momentos de 6 e 12 horas respectivamente. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,186$). Demais peculiaridades relacionadas aos valores de IL-1b podem ser observadas na figura 9.

Figura 9: Concentrações de IL-1b no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 6h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 12h.

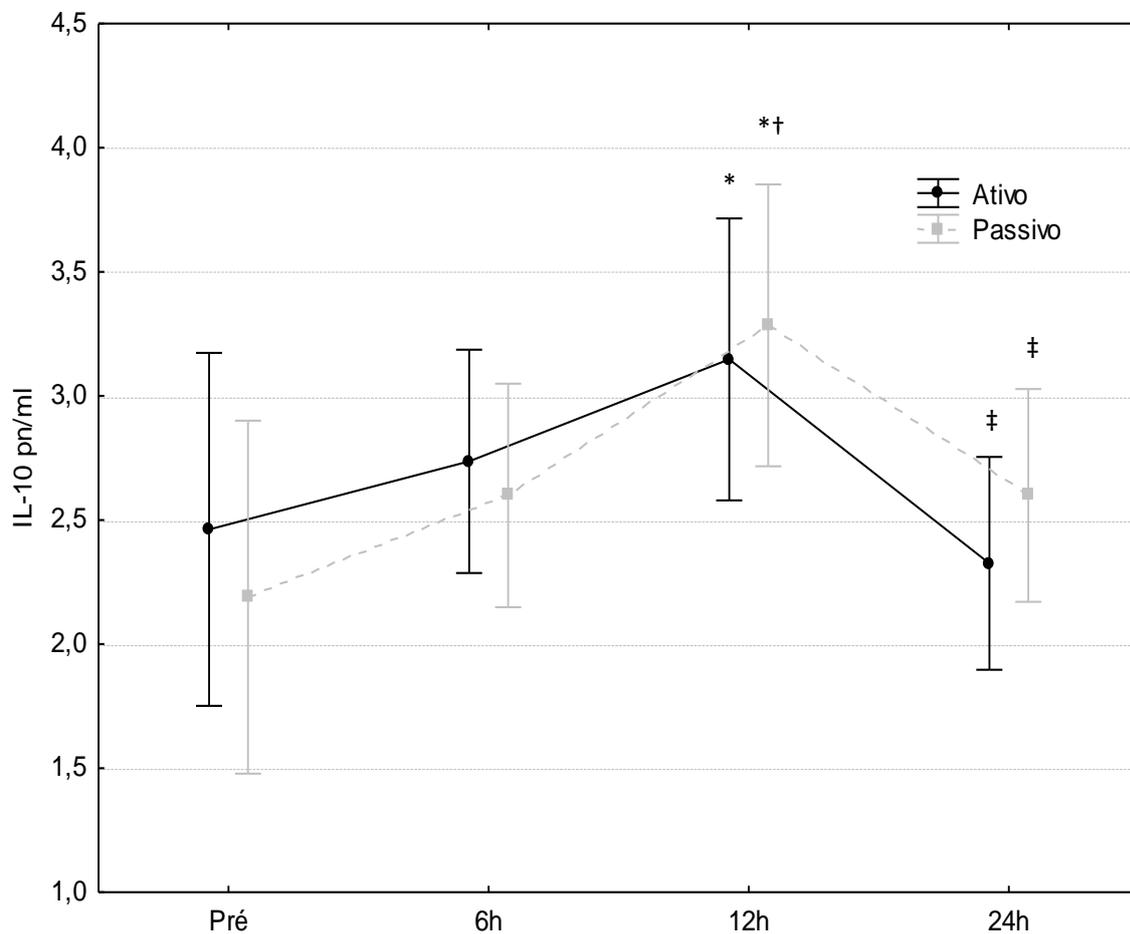
Os dados do tamanho do efeito das alterações para as concentrações de IL-1b apresentaram grandes elevações em 6 e 12 horas, seguido de uma queda de grande magnitude em 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos um aumento trivial em 6 horas, uma elevação moderada em 12 horas seguido de uma queda trivial para 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de IL-1b estão representados na tabela 8.

Tabela 8. Tamanho do efeito para IL-1b entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	1,26 (grande)	0,94 (grande)	-0,95 (grande)
Passivo	0,01 (trivial)	0,78 (moderado)	-0.15 (trivial)

Para as concentrações de IL-10 não observamos significância estatística para efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,514$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,0001$). Especificamente, os dados da RA demonstraram elevações significativas para a verificação de IL-10 em 12 horas comparados ao valor do pré-exercício seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 12 horas. Para a RP observamos um aumento significativo em 12 horas comparado ao pré-exercício e 6 horas seguido de uma redução em 24 horas comparado com a verificação prévia 12 horas. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,999$). Demais peculiaridades relacionadas às concentrações de IL-10 podem ser observadas na figura 10.

Figura 10: Concentrações de IL-10 no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 6h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 12h.

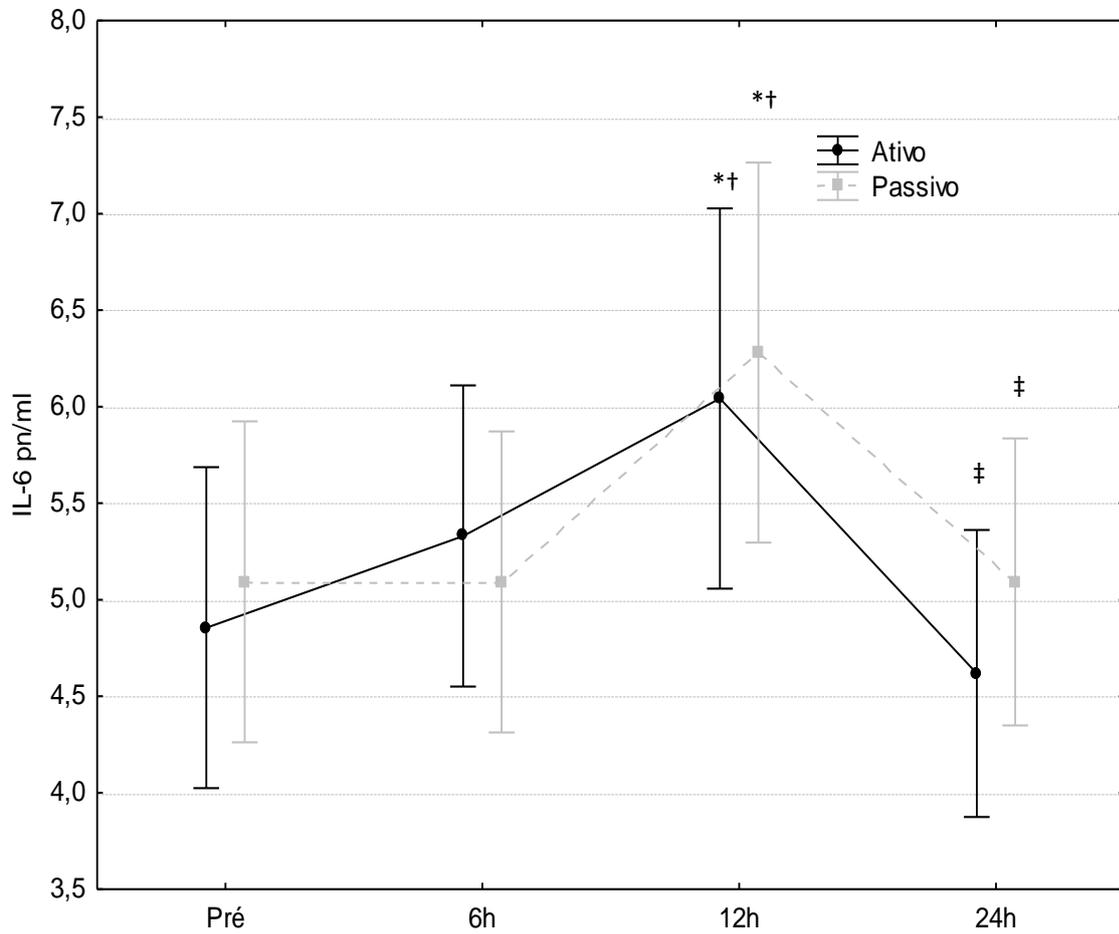
A magnitude dos achados verificados pelo tamanho do efeito das concentrações de IL-10 demonstrou uma moderada elevação em 6 horas seguido de um grande aumento em 12 horas com uma subsequente queda trivial em 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos um aumento trivial em 6 horas, uma elevação moderada em 12 horas seguido de uma queda trivial para 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de IL-10 estão representados na tabela 9.

Tabela 9. Tamanho do efeito para IL-10 entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	0,47 (moderado)	1,18 (grande)	-0,23 (trivial)
Passivo	0,29 (trivial)	0,78 (moderado)	0,29 (trivial)

Para as concentrações de IL-6 não observamos significância estatística para efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,723$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,0001$). Especificamente, os dados da RA demonstraram elevações significativas para a verificação de IL-6 em 12 horas comparados ao valor do pré-exercício e 6 horas seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 12 horas. Para a RP observamos um aumento significativo em 12 horas comparado ao pré-exercício e 6 horas seguido de uma redução em 24 horas comparado com a verificação prévia 12 horas. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,669$). Demais peculiaridades relacionadas às concentrações de IL-6 podem ser observadas na figura 11.

Figura 11: Concentrações de IL-6 no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 6h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 12h.

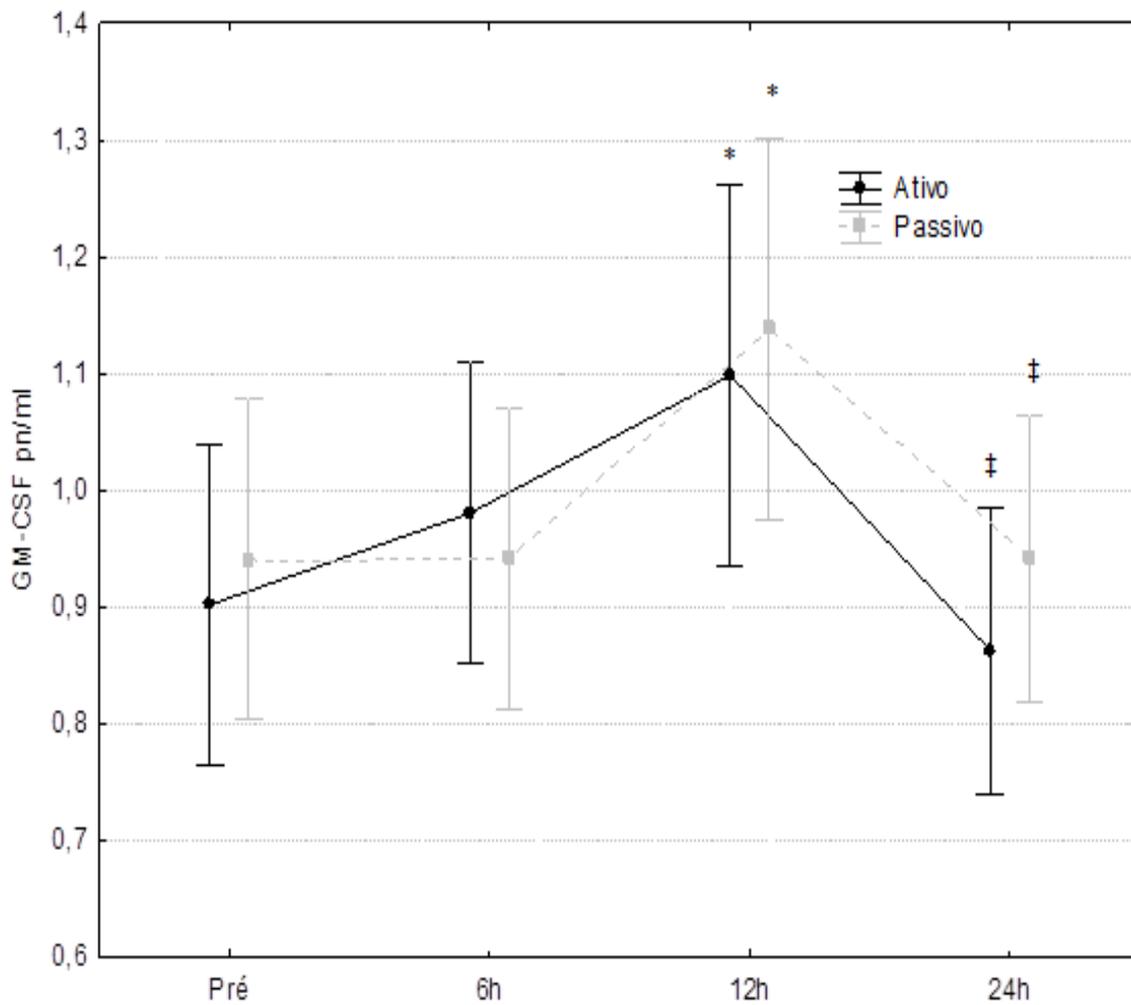
A magnitude dos dados de tamanho do efeito das concentrações de IL-6 demonstrou uma moderada elevação em 6 horas seguido de um grande aumento em 12 horas com uma subsequente queda trivial em 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos uma queda trivial em 6 horas seguida por uma grande elevação em 12 horas seguido com uma subsequente queda trivial para 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de IL-6 estão representados na tabela 10.

Tabela 10. Tamanho do efeito para IL-6 entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	0,47 (moderado)	1,18 (grande)	-0,23 (trivial)
Passivo	-0,01 (trivial)	0,81 (grande)	-0,01 (trivial)

Para os valores de GM-CSF não observamos significância estatística para efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,848$). Adicionalmente, ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,001$). Especificamente, os dados da RA demonstraram elevações significativas para a verificação de GM-CSF em 12 horas comparados ao valor do pré-exercício seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 12 horas. Para a RP observamos um aumento significativo em 12 horas comparado ao pré-exercício seguido de uma redução em 24 horas comparado com a verificação prévia 12 horas. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,771$). Demais peculiaridades relacionadas aos valores de GM-CSF podem ser observadas na figura 12.

Figura 12: Concentrações de GM-CSF no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 6h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 12h.

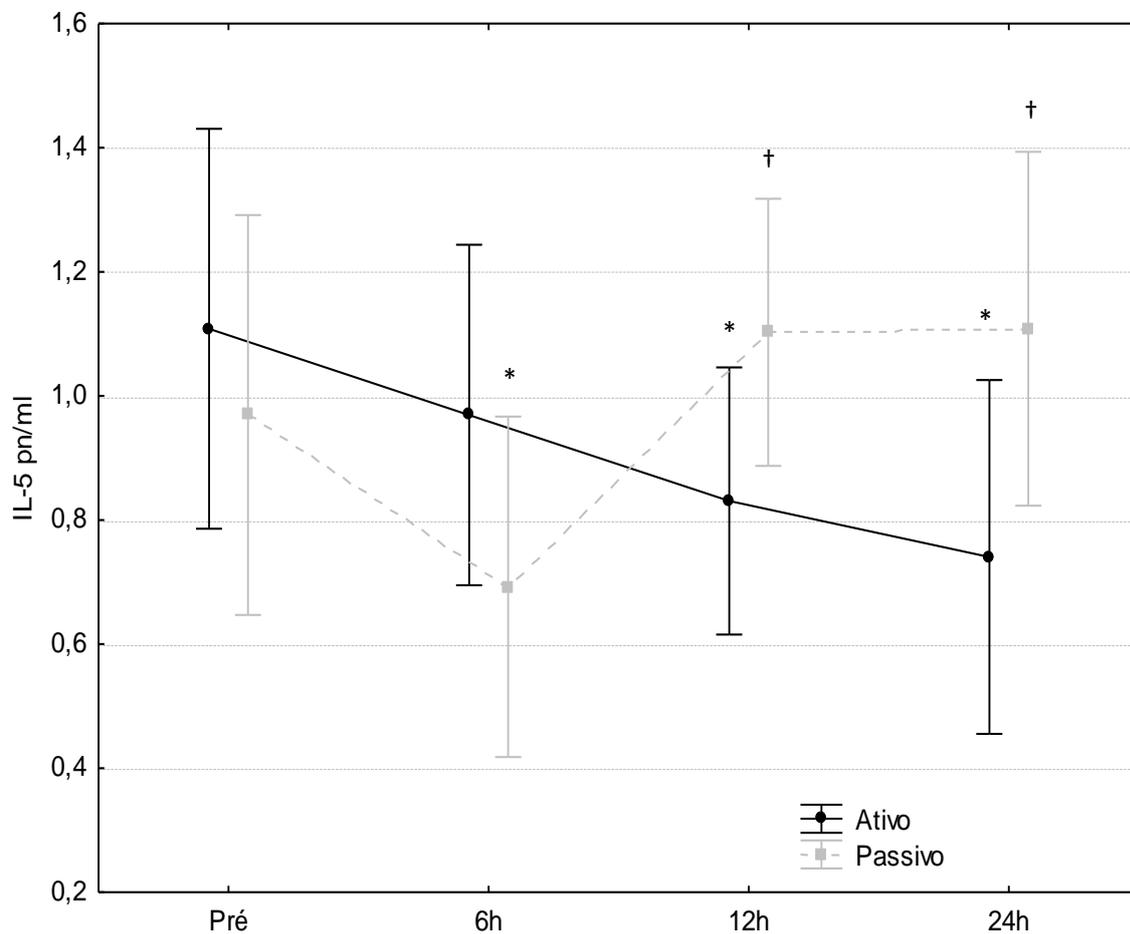
Para os dados de tamanho do efeito das concentrações de GM-CSF verificamos uma moderada elevação em 6 horas seguido de um grande aumento em 12 horas com uma subsequente queda trivial em 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos um aumento trivial em 6 horas seguida por uma grande elevação em 12 horas e um subsequente aumento trivial para 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de GM-CSF estão representados na tabela 11.

Tabela 11. Tamanho do efeito para GM-CSF entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	0,46 (moderado)	1,2 (grande)	-0,21 (trivial)
Passivo	0,01 (trivial)	0,83 (grande)	0,02 (trivial)

Para as concentrações de IL-5 observamos significância estatística para efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,002$). Adicionalmente, não ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,164$). Especificamente, os dados da RA demonstraram reduções significativas para a verificação de IL-5 em 12 e 24 horas comparados ao valor do pré-exercício. Para a RP observamos uma redução significativa em 6 horas comparado ao pré-exercício seguido elevações em 12 e 24 horas comparado com a verificação prévia de 6 horas. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,711$). Demais peculiaridades relacionadas aos valores de IL-5 podem ser observadas na figura 13.

Figura 13: Concentrações de IL-5 no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 6h.

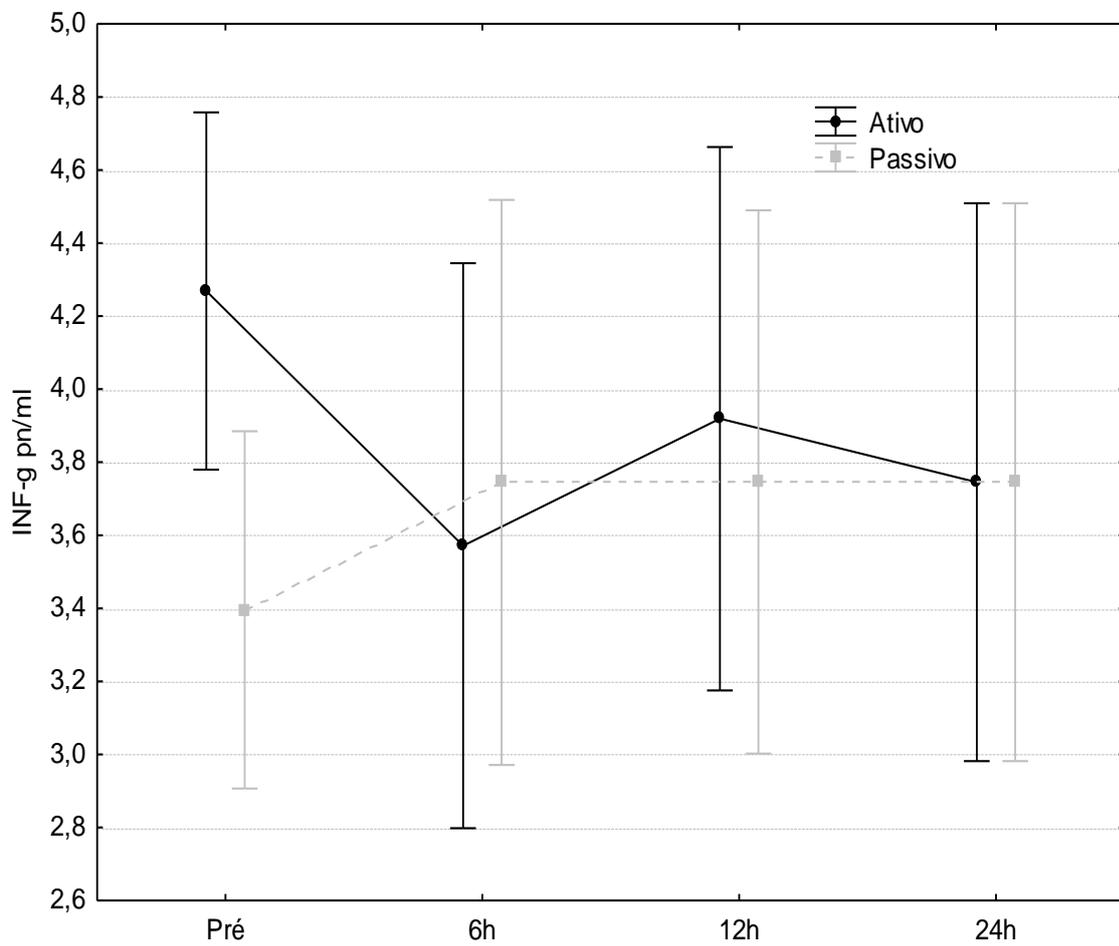
A magnitude dos dados de tamanho do efeito das concentrações de IL-5 apresentou uma queda trivial em 6 horas seguido por quedas moderadas em 12 e 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos uma queda moderada em 6 horas seguida por elevações moderadas em 12 e 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de IL-5 estão representados na tabela 12.

Tabela 12. Tamanho do efeito para IL-5 entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	-0,23 (trivial)	-0,47 (moderado)	-0,62 (moderado)
Passivo	-0,77 (moderado)	0,37 (moderado)	0,38 (moderado)

Para as concentrações de INF-g não observamos significância estatística para efeito da interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,069$). Adicionalmente, não ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,803$). Especificamente, os dados da RA não demonstraram alterações para a verificação de INF-g em nenhum dos momentos após o exercício comparados ao valor de pré-exercício. Para a RP não observamos alterações para a verificação de INF-g em nenhum dos momentos após o exercício comparados ao valor de pré-exercício. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,931$). Demais peculiaridades relacionadas aos valores de INF-g podem ser observadas na figura 14.

Figura 14: Concentrações de INF-g no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



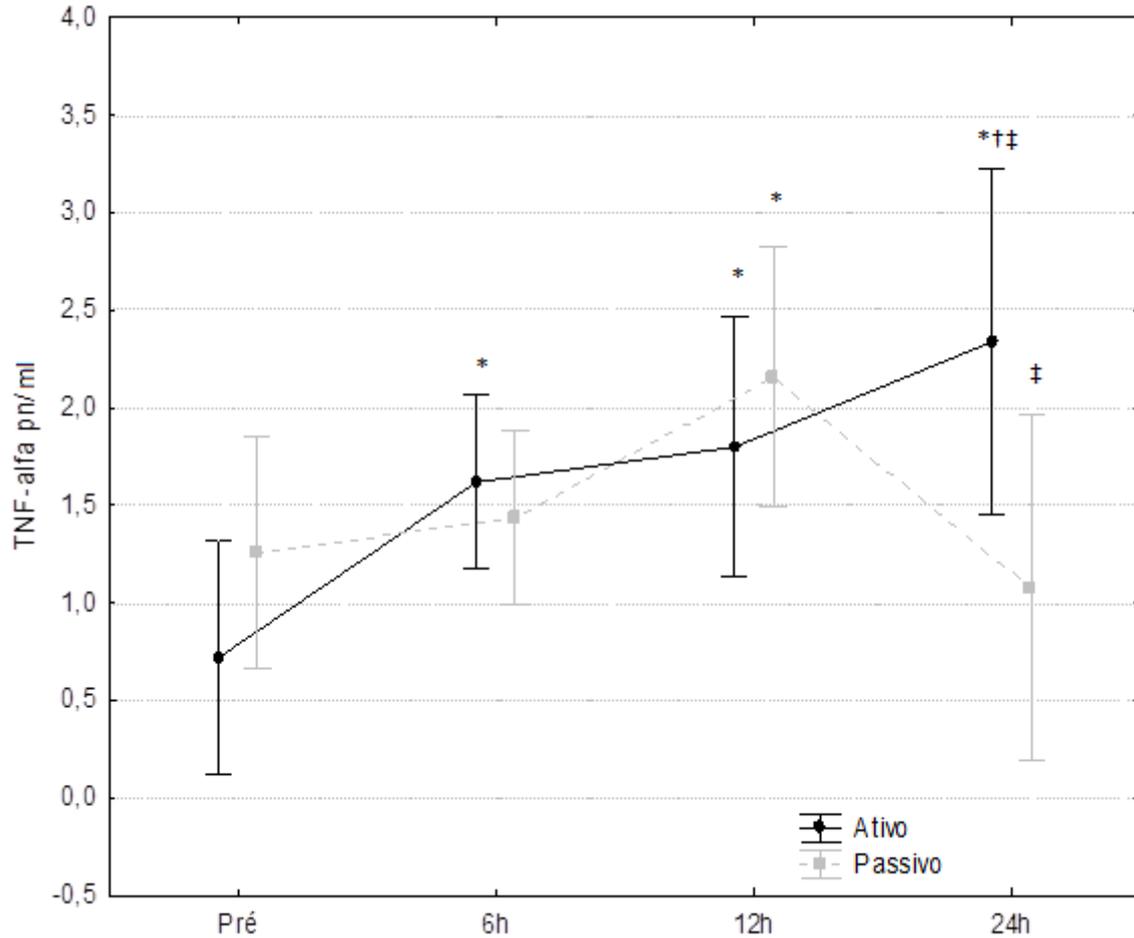
Para os dados de tamanho do efeito das concentrações de IFN-g observamos uma queda grande em 6 horas seguido por quedas moderadas em 12 e 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, observamos elevações moderadas em 6, 12 e 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de IFN-g estão representados na tabela 13.

Tabela 13. Tamanho do efeito para INF-g entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	-0,94 (grande)	-0,47 (moderado)	-0,71 (moderado)
Passivo	0,47 (moderado)	0,48 (moderado)	0,47 (moderado)

Para as concentrações de TNF- α , foi observado um efeito significativo de interação (condição de descanso x momento das verificações) ($p = 0,003$). Relacionado aos diferentes momentos das verificações, observamos diferenças significativas para a TNF- α quando comparados ao momento pré-exercício ($p < 0,003$) para o efeito principal. Especificamente para a RA, observamos diferenças significativas logo a partir da verificação de 6 horas mantendo o aumento em 12 horas com relação ao pré-exercício e com uma significativa elevação em 24 horas superior ao pré-exercício, 6 e 12 horas. A condição de intervalo passivo apresentou uma elevação em 12 horas comparadas ao momento pré-exercício seguida de uma queda em 24 horas comparada à verificação prévia de 12 horas. Adicionalmente, não ocorreu diferença entre as condições de recuperação para o efeito principal ($p = 0,992$). Demais peculiaridades relacionadas aos dados de CK podem estar melhor detalhados na figura 15.

Figura 15: Concentrações de TNF- α no pré-exercício (Pré), 6 horas (6h), 12 horas (12h) e 24 horas (24h) após completar cinco séries dos exercícios de SH e LP com recuperação ativa e passiva entre as séries.



* Diferenças significativas em comparação ao pré-exercício.

† Diferenças significativas em comparação à 6h.

‡ Diferenças significativas em comparação à 12h.

Para os dados de tamanho do efeito das concentrações de TNF- α observamos uma sequência de grandes elevações em 6, 12 e 24 horas para o protocolo de RA. Para os valores de RP, verificamos uma elevação trivial em 6 horas seguido por um aumento grande em 12 horas e uma subsequente queda trivial em 24 horas. Todos os dados do efeito do tamanho para os valores de IFN-g estão representados na tabela 14.

Tabela 14. Tamanho do efeito para TNF- α entre diferentes momentos de verificação e tipos de recuperação.

Intervalo	6h	12h	24h
Ativo	1,16 (grande)	1,35 (grande)	1,74 (grande)
Passivo	0,2 (trivial)	1,03 (grande)	-0,2 (trivial)

4.1.6 Resultados para Esforço Percebido

Para ambos os exercícios, o protocolo de intervalo ativo desencadeou elevações dos valores da EP já a partir da terceira série (SH, $p < 0,001$; LP, $p < 0,001$). Já o protocolo de RP promoveu aumentos significativos a partir da quarta série em comparação a série inicial para ambos os exercícios (SH, $p < 0,001$; LP, $p < 0,001$). Para o SH, ambos os protocolos desencadearam elevações na quinta e última série comparada à segunda série. O mesmo padrão se repetiu para o LP, no entanto, as elevações apareceram já a partir da quarta série e se mantiveram na quinta e última série em comparação a segunda série em ambos os protocolos de intervalo. Embora a RA tenha apresentado uma diminuição pontual na quarta série do SH quando comparada à RP, os dados da EP no LP se apresentaram maiores em comparação à RP desde a primeira série e se mantendo elevado até a quinta série. Os dados relacionados ao EP estão detalhados na tabela 15.

Tabela 15. Esforço percebido (EP) para cada série de ambos os exercícios nos distintos intervalos (mediana e intervalo interquartil).

Exercício/ Intervalo	1ª Série	2ª Série	3ª Série	4ª Série	5ª Série
SH					
Ativo	3 (3-3,5)	4,5 (4-5)	5 (4,5-6)*	5,5 (5-6)* ^a	6,5 (5,5-6,5)*†
Passivo	4 (3,25-4)	4,25 (4-4,5)	4,75 (4,5-5)	6 (5-6,5)*	7 (5-7)*†
LP					
Ativo	7 (4,5-7) ^a	7,5 (6-8) ^a	8,5 (7-9)* ^a	9 (8,5-10)*† ^a	10 (10-10)*† ^a
Passivo	6,25 (5-7)	7 (5,5-7,5)	7 (6-8)	7,5 (6,5-8,5)*†	7,5 (7-8,5)*†

* Diferença significativa comparada com a 1ª série;

† Diferença significativa comparada com a 2ª série;

^a Diferença significativa comparada ao intervalo passivo.

4.2. Discussão

Os nossos principais achados apontam para aumentos nas concentrações de CK em ambos os protocolos, contudo, para o método de RA, encontramos um interessante padrão de elevação progressiva para CK (pré < 3h < 6h < 12h), que curiosamente se reproduziu para a contagem total de leucócitos e neutrófilos (pré < 3h < 6h < 12h) e em parte, para os monócitos (pré < 6 e 12h). Em contraste, não observamos alterações destes glóbulos brancos para a condição de RP. Adicionalmente ao analisarmos o padrão da resposta inflamatória, notamos uma expressão duradoura de TNF- α (pré < 6 e 12h < 24h), IL-1 β (pré < 6 e 12h), pontual em GM-CSF (pré e 24h < 12h), enquanto as alterações observadas em RP foram mais discretas em TNF- α (pré < 12h) e IL-1 β (pré e 24h < 12h), e similar em GM-CSF (pré e 24h < 12h), ambas sem diferenças para os valores de INF- γ . Já para as citocinas anti-inflamatórias, a RA desencadeou aumentos em IL-6 (pré e 6h < 12h) e em IL-10 (pré < 12h), com redução pontual da IL-5 (12h < pré) enquanto que a RP promoveu aumentos similares em IL-6 (pré, 6 e 24h < 12h) e com aumentos em IL-10 (pré, 6 e 24h < 12h), e IL-5 (6h < pré, 12 e 24h). A partir destes achados, chamamos a atenção para alguns fenômenos distintos para os diferentes métodos de intervalo que iremos discutir a seguir.

Parece que o método de RA elevou os valores de CK de modo progressivo desencadeando grandes elevações de todos os glóbulos brancos e das principais citocinas inflamatórias TNF- α e IL-1 β em múltiplos momentos sugerindo um ambiente pró-inflamatório pós-exercício. Por outro lado, embora o método de RP também tenha elevado os dados de CK e pontualmente em LDH (12 horas), observamos apenas um aumento discreto para os linfócitos (em 24h) seguidos de aumentos pontuais em TNF- α e IL-1 β (12h). Estes achados são reforçados pelos dados encontrados pela análise do EP, pelo qual verificamos o aparecimento de elevações nos valores de esforço mais cedo para o protocolo de RA para ambos os exercícios. Adicionalmente, o exercício de membros inferiores (LP) apresentou valores de EP maiores em RA comparado a RP já desde a primeira série, e assim sucessivamente até a quinta e última série.

Embora tenhamos adotado um intervalo considerado como longo entre as séries (3 minutos) e que tradicionalmente não promove elevações nos parâmetros inflamatórios quando comparados com intervalos mais curtos (MAYHEW; THYFAULT; KOCH, 2005), o protocolo de RA parece ter sido uma estratégia interessante de intensificação, similar as estratégias de intervalos mais curtos. Contudo, em situações reais de treino (sem o controle de equalização de volume), este método (RA) já se apresentou como uma alternativa para manutenção elevada do volume de treino (diferente de intervalos mais curtos), aliado a aumentos das sensações EP.

Sob o ponto de vista do dano tecidual, nossos dados demonstram que ambos os métodos de intervalo (RA e RP) tenham desencadeado elevações do dano tecidual muscular verificados principalmente pelos aumentos nas concentrações de CK comparados ao pré-exercício ($p = 0,002$). Contudo, observamos que o modelo de RA além de ter aumentado os valores de CK em comparação ao pré-exercício em todas as verificações, também apresentou elevações das verificações subsequentes de ordem crescente comparadas com as anteriores até atingir seu pico na marca das 12 horas (pré < 3h < 6h < 12h). Ademais, mesmo com uma queda posterior em 24 horas comparado à 6 e 12 horas, ainda se manteve maior do que os dois momentos iniciais (pré-exercício e 3 horas). Em contraste, para os valores de LDH, observamos apenas uma elevação pontual no momento de verificação de 12 horas para a RP comparado a todos os demais momentos (pré, 3h, 6h e 24h), porém, sem diferenças entre os modelos de intervalo ($p = 0,269$).

A ideia de que o protocolo de RA proporcionou um cenário de grande magnitude para o dano tecidual observado pelos aumentos progressivos de CK até 12 horas e sua manutenção elevada em 24 horas, se alinha com os resultados da contagem de glóbulos brancos, que se deu de forma contrastante para os distintos modelos de intervalo. Especificamente, a RA desencadeou aumentos de grande magnitude progressiva para as concentrações totais de leucócitos em 3, 6 e 12 horas após exercício ($p < 0,001$) exatamente alinhados com os dados de CK, contudo, sem alterações significativas para RP.

Este fenômeno para os valores da contagem total de leucócitos seguiu o mesmo padrão que se reproduziu para a maioria dos seus subtipos. Por exemplo, para as concentrações de neutrófilos, observamos aumentos de grande magnitude progressiva para em 3, 6 e 12 horas após exercício ($p < 0,0001$), enquanto que também não verificamos alterações para a condição RP em nenhum dos momentos após o exercício. Em concordância com estes achados, os valores de monócitos para RA foram elevados em grande magnitude para 6 e 12 horas após o exercício ($p = 0,022$) enquanto que não foram observadas diferenças para o protocolo de RP em qualquer momento de verificação. Já para as concentrações de linfócitos, a RA apresentou elações em 6 e 12 horas comparadas a 3 horas, enquanto que o método de RP desencadeou um aumento em 24 horas comparado ao pré-exercício e a 3 horas pós-exercício. Estes achados mostram que ocorreu uma maior mobilização de glóbulos brancos para o método de RA sugerindo uma maior necessidade de reparo tecidual quando comparado a estratégia de RP.

Ao analisarmos as repercussões da sessão de TF com estes distintos protocolos (RA e RP) para as citocinas pró-inflamatórias, mais especificamente IL-1 β , verificamos que houveram aumentos significativos em relação ao pré-exercício para ambas as condições ($p = 0,005$). No entanto, a RA desencadeou aumentos duradouros observados em 6 e 12 horas enquanto que a RP promoveu um aumento pontual em 12 horas. Parece que a RA permitiu um ambiente inflamatório pós-exercício duradouro em relação a RP, contudo é importante salientar que ao serem confrontadas, não houve diferença entre as condições de intervalo ($p = 0,186$).

Alinhado com estas observações estão os dados de TNF- α , seguramente um dos achados mais interessantes do trabalho. Verificamos que houveram aumentos significativos em relação ao pré-exercício para ambas as condições ($p = 0,003$).

Especificamente, o protocolo de RA desencadeou elevações de ordem crescente similares aos achados em CK para este método, em 6, 12 horas comparados ao pré-exercício, culminando com uma grande magnitude de elevação em 24 horas, maior que todas as verificações anteriores (pré, 6 e 12 horas). Já o protocolo de RP, apresentou uma tendência a aumento culminando com uma elevação pontual observada apenas em 12 horas, porém, mais uma vez sem diferenças entre o confronto dos diferentes intervalos para os mesmos tempos de checagem ($p = 0,992$).

Ainda sobre citocinas com características pró-inflamatórias, os dados de GM-CSF apresentaram aumentos significativos em relação ao pré-exercício ($p < 0,001$). Contudo, ambos os métodos de intervalo (RA e RP) desencadearam elevações similares e pontuais apenas em 12 horas comparadas ao momento de pré-exercício. Mais uma vez, não identificamos diferenças significativas ao confrontar os diferentes métodos de intervalo ($p = 0,771$).

Já os dados de IL-5 não apresentaram diferenças significativas entre os diferentes momentos de verificação ($p = 0,164$). Contudo, enquanto a RA desencadeou quedas em 12 e 24 horas em relação ao pré-exercício, a RP apresentou uma queda pontual em 6 horas. Porém, mais uma vez sem diferenças entre o confronto dos diferentes intervalos para os mesmos tempos de checagem ($p = 0,771$).

Finalmente, para as concentrações de INF-g não ocorreram diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,803$). Especificamente, os dados de ambas as condições (RA e RP) não demonstraram alterações para a verificação de INF-g em nenhum dos momentos após o exercício comparados ao valor de pré-exercício. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,931$).

Ao analisarmos as repercussões da sessão de TF com estes distintos protocolos (RA e RP) para as citocinas anti-inflamatórias, mais especificamente IL-6, considerando que esta citocina ao ser relacionada com a prática de exercício e produzida pela musculatura exerce funções anti-inflamatórias, verificamos diferenças significativas para o efeito entre os diferentes momentos das verificações ($p < 0,0001$). Para ambos os intervalos (RA e RP) observamos elevações significativas para a verificação de IL-6 em 12 horas comparados ao valor do pré-exercício e 6 horas

seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 12 horas. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,669$).

Ainda sobre citocinas com características anti-inflamatórias, os dados de IL-10 apresentaram aumentos significativos em relação ao pré-exercício para ambas as condições ($p < 0,0001$). Especificamente, os dados da RA demonstraram elevações significativas para a verificação de IL-10 em 12 horas comparados ao valor do pré-exercício seguido de uma redução significativa observada em 24 horas comparada com 12 horas. Para a RP observamos um aumento significativo em 12 horas comparado ao pré-exercício e 6 horas seguido de uma redução em 24 horas comparado com a verificação prévia 12 horas. Não ocorreram diferenças significativas no efeito principal entre as condições de intervalo ($p = 0,999$). Já era esperado que não haveria apenas a elevação de citocinas anti-inflamatórias ou de citocinas pró-inflamatórias, mas sim um aumento de ambas, pois existe uma complexa comunicação cruzada com o intuito de manter a homeostase e proteger os tecidos (ZHAO *et al.*, 2012).

Para o conhecimento dos autores, esta é a primeira investigação focada no dano muscular e na resposta inflamatória para diferentes métodos de intervalo que equalizou a carga e o número de repetições para cada série, com o mesmo volume total de trabalho, permitindo o isolamento e exame dos diferentes protocolos. No entanto, outros estudos se concentraram no impacto da manipulação do intervalo de descanso no dano do tecido muscular e nas respostas imunes. Porém, com grandes variações nas escolhas de momentos de verificação, populações, esquemas não equalizados contra equalizados de volume, exercícios, cargas relativas e controles nutricionais forneceram resultados muito divergentes, impedindo um consenso em relação aos danos no tecido muscular pós-exercício e padrões de resposta imune que iremos discutir adiante.

Recentemente, avanços na biologia molecular elucidaram alguns dos mecanismos que regulam o crescimento do tecido muscular esquelético. Estipula-se que o TF provoque uma cascata de eventos biológicos que engloba a ativação muscular, sinalização de eventos resultantes da deformação mecânica das fibras musculares (hormônio e resposta imune), estimulação da síntese proteica devido ao aumento da transcrição e translação celular e, finalmente, remodelação ou hipertrofia

(SPIERING *et al.*, 2008). Portanto, é plausível interpretar que diferentes manipulações nas variáveis agudas do TF podem desencadear respostas biológicas distintas, o que nos daria a noção de que uma resposta biológica diferente ocorrerá dependendo da forma como o treinamento é conduzido (TOIGO e BOUTELLIER., 2006). Nesse sentido, a compreensão dos processos fisiológicos decorrentes de diferentes manipulações das variáveis de treinamento parece ser uma necessidade para o crescente conhecimento nessa área.

Tradicionalmente, os valores plasmáticos de CK e LDH estão relacionados ao dano tecidual em decorrência de estímulos de treinamento de alta intensidade (RODRIGUES *et al.*, 2010). Em geral, estas elevações são uma resposta das variações do ambiente metabólico e estímulos mecânicos e estão correlacionados ao dano tecidual local com degeneração e fragmentação dos discos Z presentes no sarcômero (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007). Outra hipótese que contribui para o entendimento das micro lesões teciduais seria o ambiente de estresse metabólico pelo qual as fibras musculares possam experimentar, uma vez que expostas a fadiga, apresentam diminuição da resistência da membrana após elevação dos íons cálcio interno livre, assim como a ativação dos canais de potássio, ocorrida pelas reduções em reservas de energia celular se tornando susceptíveis à lesões de qualquer natureza (FINK, R. e LUTTGAU, 1976). Deste modo, a escolha pela verificação assim como o padrão de resposta dessas enzimas (CK e LDH), parece ser adequado para investigação do dano tecidual promovido pelo exercício (BESSA *et al.*, 2016).

Neste sentido, Rodrigues *et al.* (2010) compararam as concentrações de CK e LDH em múltiplos momentos pós-exercício (até 24h) após sessões de TF com diferentes intervalos. As duas sessões experimentais consistiram em três séries com cargas de 80% de 1-RM até a falha concêntrica, o que causou um volume 24% maior para o intervalo mais longo (método não-equalizado). Não houve diferenças significativas nas concentrações de CK e LDH em qualquer verificação pós-exercício entre os diferentes intervalos. No entanto, elevações nas concentrações de CK e LDH ocorreram em relação à verificação inicial.

Outros autores (MACHADO *et al.*, 2010) observaram os efeitos de diferentes intervalos de recuperação na CK e LDH em sessões com cargas de 10-RM até falha concêntrica. Os intervalos estipulados neste experimento foram: intervalo de

descanso de 60, 90, 120 e 180 segundos entre séries e exercícios. A CK e a LDH elevaram significativamente após 24 e 72 horas em todas as sessões e sem diferenças entre os intervalos distintos.

Adicionalmente, Evangelista *et al.* (2011) compararam diferentes intervalos (1 contra 3 minutos) para o volume de treinamento, dano e dor muscular. Os participantes realizaram um protocolo experimental composto por três séries de exercícios do bíceps braquial com 40% da contração voluntária máxima. Como esperado, os autores observaram que o protocolo de intervalo mais longo permitiu que os participantes realizassem maiores volume de treinamento, porém, sem diferenças para CK (24 e 48 horas após o exercício) e dor muscular entre os grupos. De modo similar, Machado, Pereira e Willardson (2012) examinaram os valores da atividade da CK após as sessões de TF em participantes que os autores classificaram como possuindo alta, média ou baixa responsividade aos exercícios. Indivíduos classificados com alta e média responsividade apresentaram uma atividade de CK elevada após a sessão de 1 minuto em comparação com a sessão de intervalo de 3 minutos.

No entanto, a falta de equalização do volume de repetições completadas nos estudos anteriores não permite uma análise isenta e isolada da variável tempo de intervalo. Em geral, intervalos mais longos permitem uma maior realização de repetições quando comparados a intervalos curtos (SENNA *et al.*, 2011; SCUDESE *et al.*, 2015) e este desequilíbrio de volume irá interferir nos parâmetros dos biomarcadores dificultando ainda mais a interpretação dos fenômenos desencadeados apenas pelos diferentes intervalos. Neste sentido, optamos por realizar séries submáximas (10 repetições a 85% de 10-RM por cinco séries), de modo a não arriscarmos a desequilibrar o volume de treino entre os métodos comparados.

Ao confrontar nosso trabalho com a metodologia dos estudos anteriores, é seguro afirmar que o nosso experimento é original em relação à equalização do volume de treinamento e ao tempo de checagem sanguínea meticulosamente adaptado às verificações de CK e LDH. Chamamos a atenção para a ênfase da identificação inicial e rápida (até 24h) da curva das respostas de CK e LDH, aproveitando a sensibilidade pós-exercício desses biomarcadores. Além disso, observamos aumentos da CK logo às 3 horas

pós-exercício para ambos os métodos de intervalo, enquanto que a LDH apresentou seu pico em torno de 12 horas pós-exercício trazendo à luz novas evidências de que a maioria das investigações anteriores podem ter perdido a janela de sensibilidade para essas respostas.

Sob o ponto de vista do processo pró e anti-inflamatório resultante das respostas do TF, logo após a ocorrência de dano muscular parece haver uma mobilização plasmática de leucócitos seguida de sua transmigração para o tecido muscular lesado (PEAK *et al.*, 2006). Os neutrófilos e monócitos, os tipos celulares mobilizados em maior magnitude em diferentes momentos no processo de remodelação do tecido muscular, são responsáveis pela redução do tecido muscular lesado e pela liberação de citocinas pró e anti-inflamatórias.

Mais especificamente, Kraemer *et al.* (1996) examinaram o impacto do TF na contagem total de leucócitos e do cortisol plasmático circulante em diferentes condições de intervalo. Amostras de sangue venoso foram obtidas nos momentos pré-exercício, durante e 5 minutos após o término do exercício, porém, os autores não observaram variações significativas nas contagens dos diferenciais de leucócitos. Quase uma década após este experimento, Mayhew, Thyfault e Koch (2005) realizaram um estudo em que nove homens completaram sessões de treinamento com 1 e 3 minutos de repouso com o intuito de determinar o efeito de diferentes intervalos entre as séries nos níveis de leucócitos durante o TF de alta intensidade. O sangue foi coletado nos momentos pré-exercício em repouso, imediatamente após, 60 e 90 minutos após o exercício, para análise da concentração de leucócitos. Os autores observaram uma linfocitose e monocitose aumentada após 1 minuto de intervalo quando comparado ao intervalo mais longo de 3 minutos.

Embora os estudos de Kraemer *et al.* (1996) e Mayhew, Thyfault e Koch (2005) tenham sido pioneiros na verificação de diferentes intervalos de descanso e suas respostas à contagem de leucócitos, limitações importantes, como o momento da verificação do sangue e a eventual não-equalização dos volumes totais de treinamento, podem ter comprometido os resultados. No presente estudo, a contagem de leucócitos se apresentou alinhada com as concentrações de CK durante o processo de dano muscular e do subsequente remodelamento do tecido lesionado (até 24 horas após o exercício) para o método de RA.

Possivelmente após o dano muscular em resposta a intensificação do intervalo, ocorreu uma importante mobilização e invasão de leucócitos (principalmente neutrófilos) para o tecido lesionado, associado a uma elevação dos monócitos. No presente estudo, embora tenhamos adotado um intervalo mais longo entre as séries (3 minutos) e que tradicionalmente não promove elevações nos parâmetros inflamatórios quando comparados com intervalos mais curtos, o protocolo de RA parece ter sido uma estratégia viável de intensificação similar as estratégias de intervalos mais curtos, porém, em situações reais de treino (sem o controle de equalização de volume), este método (RA) já se apresentou como um alternativa para manutenção elevada do volume de treino (carga x número total de repetições), aliado a aumentos das sensações EP.

Já está bem estabelecido que tanto as citocinas pró quanto as anti-inflamatórias são de grande importância no processo de remodelação muscular e participam de um complexo processo de comunicação cruzada (SPIERING *et al.*, 2008, PEAK *et al.*, 2006, CALLE e FERNANDEZ, 2010). Um exemplo é a IL-6, que é mais expressa no músculo em resposta ao dano muscular e estimula a proliferação e diferenciação de células satélites (VIERCK *et al.*, 2000). Durante esse processo, tipos de células como macrófagos e monócitos também desempenham um papel importante na eliminação de resíduos musculares e liberações de citocina na função anti-inflamatória, como IL-6 e IL-10 (PEAK *et al.*, 2006).

Além disso, o GM-CSF promove um fenótipo pró-inflamatório que pode estar associado a diferentes citocinas, como IL-1 α , IL-1 β , IL-6 e TNF- α (USHACH e ZLOTNIK, 2016). Sinais de GM-CSF através de seu receptor conhecido como fator estimulador de colônia de granulócitos (CSF-2R), também é compartilhado com IL-5 e IL-3 (MARTINEZ-MOCZYGEMBA e HUSTON, 2003). A ligação de GM-CSF a CSF-2R permite a estimulação de múltiplas vias de sinalização adjacentes, incluindo JAK2 / STAT5, MAPK e a via PI3K (GUTHRIDGE *et al.*, 1998). Esses achados associam o GM-CSF ao processo de remodelação do tecido muscular.

Alguns autores que se propuseram a investigar a influência do TF sobre as respostas inflamatórias mostram que o volume total de treinamento (e não intensidade) influenciam diretamente as interleucinas pró-inflamatórias até 12 horas após o treinamento (PHILLIPS *et al.*, 2010; PEAKE *et al.*, 2006). Em contraste com estes achados, Hirose *et al.* (2004) observaram modificações importantes para

interleucinas pró-inflamatórias em varreduras até 72 horas após o exercício mesmo com a realização de baixos volumes de TF. Contudo, há também relatos na literatura em que não foi possível observar modificações nessas citocinas 24, 48 e 72 horas após o exercício de força (UCHIDA *et al.*, 2009).

Recentemente, um experimento realizado em duas partes (Gerosa-Neto *et al.*, 2016), teve o objetivo de verificar a influência dos intervalos de descanso curtos e moderados (30 segundos e 90 segundos) sobre o desempenho, respostas inflamatórias e metabólicas em adultos saudáveis recreacionalmente treinados. Na parte 1, oito participantes realizaram dois exercícios para 70% de 1-RM. Para a parte 2, os procedimentos foram repetidos, contudo, com 90% de 1-RM. As citocinas TNF- α , IL-6 e IL-10, foram verificadas antes, imediatamente após o exercício, após 15 e 30 minutos. Os autores concluíram que o maior intervalo de recuperação permitiu um maior volume de treinamento para a maior intensidade 90% de 1-RM, permitindo uma maior expressão de IL-10 e da relação IL-10/TNF- α .

Em nosso experimento, embora a expressão de IL-6 e IL10 tenha sido similar entre os diferentes intervalos, o método de RA apresentou elevações nos perfis das citocinas pró-inflamatórias (TNF- α e IL-1 β) acompanhando os achados para glóbulos brancos e CK. Já para os valores de GM-CSF, ambos os protocolos desencadearam um aumento similar em 12 horas comparados ao pré-exercício. Os dados de INF- γ não se alteraram em nenhum dos momentos verificados para ambas as condições de intervalo. Embora pareça precoce discutir em uma investigação de verificação aguda o potencial de remodelação tecidual de algum método sobre o outro, ao menos é seguro afirmar que os diferentes modelos de intervalo (RA e RP) desencadearam diferentes respostas inflamatórias e de dano muscular.

Mais uma vez, parece que a seleção dos tempos de checagem sanguínea, principalmente nas janelas de pós-exercício, são cruciais e podem influenciar drasticamente o resultado de um experimento, muitas das vezes, levando à dados inconclusivos. O fato é que pouco se sabe sobre as diferentes manipulações da variável metodológica do intervalo de descanso e das respostas inflamatórias gerais. Com relação a aplicação de diferentes métodos de intervalo entre as séries do TF como RA e RP, independente da modalidade de RA (se aeróbia geral ou muscular específica), nenhum outro trabalho investigou respostas inflamatórias e dano tecidual. Na verdade, quando falamos de diferentes tempos de intervalo entre as séries e

contagem leucocitária por exemplo, foram poucos os estudos que se debruçaram neste tipo de investigação.

Como já descrito anteriormente, a RA pode ser classificada como RA aeróbia (SCUDESE *et al.*, 2016b, HANNIE *et al.*, 1995) ou RA músculo/tarefa-específica (SCUDESE *et al.*, 2018; 2011; RHEA e KENN 2009; VALEZUELLA *et al.*, 2015). Decidimos investigar os desfechos da RA contra RP para os biomarcadores de lesão muscular e inflamação. De modo surpreendente, outros trabalhos não demonstraram queda no desempenho das repetições com a inclusão de estratégias de RA mesmo com aumentos significativos das sensações de esforço (SCUDESE *et al.*, 2018; 2016b; 2011; HANNIE *et al.*, 1995). Uma hipótese que sustenta a manutenção do desempenho apesar do aumento percebido da fadiga na RA é o conceito de estimulação neuromuscular facilitada para uma subsequente contração em alta intensidade devido ao mecanismo de potenciação pós-ativação (RHEA e KENN, 2009). Por exemplo, exercícios dependentes da produção de força, podem ser potencializados e podem se beneficiar da estimulação realizada antes da tarefa específica (GOURGOULIS *et al.*, 2003).

Adicionalmente, podemos destacar dois aspectos convergentes que podem contribuir para a contração muscular. Primeiro, o movimento em si, composto por ações repetidas em uma dada amplitude de movimento tem o potencial de reduzir rigidez muscular, alterando o estado de rigidez inicial do sarcômero, adicionado a uma aumentada irrigação do fluxo sanguíneo local que por sua vez, tendem a elevar a temperatura muscular e diminuir a resistência articular passiva (BISHOP, 2003a; BISHOP, 2003b). Em segundo lugar, o principal mecanismo fisiológico responsável para causar a potenciação é a fosforilação da cadeia leve reguladora da miosina, que altera a conformação de pontes cruzadas, substituindo as cabeças globulares mais próximas dos filamentos de actina (RASSIER e MACINTOSH, 2000).

Atualmente, o EP é utilizado para verificar e correlacionar a intensidade do exercício com a resposta subjetiva ao estresse (LAGALLY e ROBERTSON, 2006) e métodos de verificação do EP tem sido amplamente implementados para classificar a intensidade nas séries dos exercícios no TF (LAGALLY *et al.*, 2002; 2004; LAGALLY, AMOROSE; ROCK; 2009; SCUDESE *et al.*, 2011; 2015; 2016a; 2016b; 2016c; 2018). Outros experimentos investigaram as influências de diferentes intervalos de descanso entre conjuntos em diferentes tipos de exercício (SENNA *et al.*, 2011, 2012) e zonas

de cargas próximas do máximo (SCUDESE *et al.* 2015 Senna *et al.*, 2016). No entanto, apenas um estudo comparou diferentes condições de repouso nas respostas do EP em exercícios submáximos (SCUDESE *et al.*, 2016) para os valores do EP.

Após analisarmos os dados obtidos para o EP, observamos que para ambos os exercícios, o protocolo de RA desencadeou elevações dos valores da EP já a partir da terceira série (SH, $p < 0,001$; LP, $p < 0,001$). Já o protocolo de RP promoveu aumentos significativos a partir da quarta série em comparação a série inicial para ambos os exercícios (SH, $p < 0,001$; LP, $p < 0,001$). Especificamente, para o SH, ambos os protocolos desencadearam elevações na quinta e última série comparada à segunda série. O mesmo padrão se repetiu para o LP, no entanto, as elevações apareceram já a partir da quarta série e se mantiveram na quinta e última série em comparação a segunda série em ambos os protocolos de intervalo. Embora a RA tenha apresentado uma diminuição pontual na quarta série do SH quando comparada à RP, os dados da EP no LP se apresentaram maiores em comparação à RP desde a primeira série e se mantendo elevado até a quinta série. Em síntese, além das elevações terem aparecido mais cedo no protocolo de RA para ambos os exercícios, o exercício de membros inferiores (LP) também apresentou um EP maior em RA comparado a RP já desde a primeira série, e assim sucessivamente até a quinta e última série.

No entanto, o volume de conhecimento acerca das relações entre o EP e os diferentes métodos de intervalo (como RA vs. RP) seguem demasiadamente escassos (SCUDESE *et al.*, 2011 e SCUDESE *et al.*, 2016a). Em um dos trabalhos Scudese *et al.* (2011), verificaram elevações progressivas entre as séries ($1^a < 2^a < 3^a < 4^a$) em ambos modelos de intervalo, tanto na RA para mesma musculatura (peitoral maior), quanto na RP. Contudo, o protocolo de RA ocasionou elevações mais cedo para o EP logo após a série (2^o série) e de maior magnitude no EP imediatamente antes da última série (4^o), sugerindo um maior desconforto para aqueles que realizaram a RA embora sem alterações no desempenho das repetições.

Em uma outra investigação recente envolvendo diferentes métodos de recuperação (RA e RP), Scudese *et al.* (2016a) investigaram o mesmo exercício, zona de intensidade e janela de intervalo do trabalho anterior (supino horizontal, 10RM e dois minutos entre séries), porém, com um método de RA distinto, para outras musculaturas em esteira ergométrica a 45% do VO₂ máx. Similarmente ao estudo

anterior, os autores não observaram diferenças para o desempenho das repetições em ambas situações (RA ou RP). Contudo, desta vez em virtude da escolha de uma RA para diferentes musculaturas, os autores também não observaram diferenças entre os valores de EP para ambos os protocolos. Este cenário embora escasso em evidências sugere que a escolha do método de intervalo ativo pode influenciar diretamente os níveis de EP dos participantes.

Estes achados estão alinhados com os recentes dados encontrados por Scudese et al., (2018), e sugerem que em ambas investigações pode ter ocorrido um provável aumento no consumo de energia global para a estratégia de RA. É provável que o protocolo de RA possa ter enfatizado a glicólise anaeróbica em maior extensão, a fim de compensar a resíntese de fosfocreatina propositalmente incompleta.

A fisiologia por trás de elevados valores de EP prevê que a glicólise anaeróbica pode ser amplamente solicitada como forma de compensar a eventual resíntese incompleta dos estoques de creatina fosfato. Um dos fatores chave que pode desencadear valores mais altos de EP por meio de protocolos de RA seria que uma maior dependência da glicólise anaeróbica (ocasionada por tempo insuficiente para recuperação para a próxima entrada, promoveria um maior acúmulo de íons de H⁺ que por sua vez, diminuiria o pH do líquido intracelular resultando em *feedback* aferente de quimiorreceptores musculares e nociceptores periféricos e centrais (LAGALLY et al., 2002). Uma das respostas do sistema nervoso central seria aumentar a pressão pulmonar, aumentando a demanda por ventilação em um quadro que causasse maior desconforto geral ao praticante (SCUDESE et al., 2016b LAGALLY et al., 2002; LAGALLY e ROBERTSON, 2006).

Neste sentido, com base nos achados deste trabalho é seguro afirmar que estratégia de RA parece ter sido um método eficaz com potencial de ajudar indivíduos com falta de tempo em realizar um programa de treinamento com metas altas de volume de treinamento aliados e elevados valores de EP.

4.3 Conclusão

Em nosso experimento, confrontamos propositalmente dois métodos de intervalo bastante distintos com intuito de ampliar o escasso corpo de evidências em torno de estratégias de intervalo ativo. Inicialmente, a hipótese nula foi rejeitada, uma vez que antecipava ausência de alterações nos parâmetros de dano muscular,

contagem leucocitária total e seus diferenciais, e citocinas para os indivíduos treinados submetidos a diferentes métodos de recuperação entre as séries em sessões de treinamento de membros superiores e inferiores.

Nossos dados sugerem que o protocolo de RA tenha intensificado o momento de intervalo entre as séries por algumas razões. Inicialmente, percebemos que os aumentos progressivos de CK acompanharam as elevações de glóbulos brancos em até 12 horas pós-exercício. Curiosamente, embora não tenham sido progressivos, ocorreram incrementos em CK comparados ao pré-exercício até 24 horas para o método de RP, e embora também tenha ocorrido um aumento pontual em 12 para a LDH, a RP não desencadeou elevações nas concentrações de glóbulos brancos como observamos na RA.

Outro achado importante foi uma elevação mais duradoura encontrada em RA para as citocinas de características pró-inflamatórias como TNF- α e IL-1 β quando comparado com os discretos e pontuais aumentos encontrados em RP. Quando aliamos estes achados com os dados de EP, que se apresentaram sempre mais elevados de forma precoce em RA, e no caso específico do segundo e último exercício da sessão (LP), sempre em maiores valores, desde a primeira série quando comparados diretamente com a RP, podemos assegurar que os métodos geraram respostas diferentes em diversos parâmetros.

Em síntese, podemos acrescentar que o método de RA foi uma estratégia eficiente em intensificar o dano muscular, inflamação e esforço percebido em indivíduos treinados, e portanto, podemos sugerir que este método possa ser aplicado por profissionais que visam aumentar a intensidade em determinado momento da periodização do treinamento, principalmente para aqueles indivíduos os quais carecem de tempo e necessitem de uma estratégia que seja positiva do ponto de vista de tempo-eficiência.

É importante lembrar que estes dados se limitam à população de adultos jovens treinados em força, para os exercícios de SH e LP, realizados de modo submáximo. É válido ressaltar que este tema ainda carece de um corpo de dados robusto, e muito pouco sabemos sobre os efeitos da implementação desta estratégia a longo prazo, e, portanto, sugerimos fortemente que novos trabalhos possam investigar os efeitos do método de RA na aptidão muscular, cardiorrespiratória e composição corporal.

4.4 Recomendações

Do ponto de vista da aplicação prática, após a condução dos protocolos e análise dos dados, podemos sugerir a aplicação do método de intervalo ativo como uma forma segura de variação para a prescrição do tempo de intervalo entre séries, principalmente para aqueles indivíduos que buscam aliar intensificação de treinamento como parte de uma periodização. Neste trabalho especificamente, utilizamos 30 movimentos completos para a mesma musculatura exercitada por minuto de RA. Pensando em métodos ativos para a mesma musculatura primária do exercício, esta cadência pode ser alterada de acordo com a necessidade e nível de treinamento do praticante.

CAPÍTULO V

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHTIAINEM, J.P. *et al.* Short vs. long rest period between the sets in hypertrophy resistance training: Influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, p. 572-582, 2005.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on exercise and hypertension. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on nutrition and athletic performance. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v. 41, p. 709-731, 2009b.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v. 34, p. 364-380, 2002.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on progression models in resistance exercise for healthy adults. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v. 41, p. 687-708, 2009a.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v. 47, p. 1334-1359, 2011.

APPLE, F.S. Acute myocardial infarction and coronary reperfusion. Serum cardiac markers for the 1990s. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 97, n. 2, p. 217-226, 1992.

BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 2nd Edition, Champaign IL: Human Kinetics, 2000.

BAPTISTELLA, M. F. Atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase, creatinoquinase e lactato desidrogenase em equinos submetidos a diferentes intensidades de exercícios. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente**, v. 12, n. 13, 2009.

BARKER, T. *et al.* Fluctuations in the skeletal muscle power-velocity relationship and interferon- γ after a muscle-damaging event in humans. **Extreme Physiology and Medicine**, v. 1, p. 1-10, 2012.

BESSA, A.L. *et al.* Exercise Intensity and Recovery: Biomarkers of Injury, Inflammation, and Oxidative Stress. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 311-319, 2016.

BEUTLER, B.A.; MILSARK, I.W.; CERAMI, A. Cachectin/tumor necrosis factor: production, distribution, and metabolic fate in vivo. **Journal of Immunology**, v. 135 p. 3972-3977, 1985.

BEYER, I.; METS, T.; BAUTMANS, I. Chronic low-grade inflammation and age-related sarcopenia, **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 15 p. 12–22, 2012.

BIRD, S.P.; TARPENNING, K.M., MARINO, F.E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. **Sports Medicine**, v. 35 p. 841-851, 2005.

BISHOP D. Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. **Sports Medicine**, v. 33, p. 439-454, 2003a.

BISHOP D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. **Sports Medicine**, v. 33, p. 483-498, 2003b.

BOMPA, T.O. **Periodização no Treinamento Esportivo**, Editora Manole Ltda, 2001.

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F.M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**, v. 81, n. 1, p. 209-230, 2007.

BRASIL. **Normas para Realização de Pesquisa em Seres Humanos**. C.N.D. Saúde. Resolução 510/2016, 2016.

BRUUNSGAARD, H, *et al.* Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. **The Journal of Physiology**, v. 15, p. 833–841, 1997.

BURESH, R, BERG, K, FRENCH, J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 23 p. 62-71, 2009.

CALEGARI, L *et al.* Exercise training improves the IL-10/TNF- α cytokine balance in the gastrocnemius of rats with heart failure. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 22, p. 154–160, 2018.

CALLE, M.C.; FERNANDEZ, M.L. Effects of resistance training on the inflammatory response. **Nutrition Research and Practice**, v. 4, n. 4, p. 259-269, 2010.

CANNON JG. Inflammatory Cytokines in Nonpathological States. **News in Physiological Sciences**, v. 15 p. 298-303, 2000.

CARSWELL, E.A. *et al.* An endotoxin-induced serum factor that causes necrosis of tumors. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 72, p. 3666-3670, 1975.

CHEUNG, K.; HUME, P.; MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. **Sports Medicine**, v. 33, p. 145–164, 2003.

CLARKSON, P.M.; HUBAL, M.J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 81, p. 52-69. 2002.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2nd Edition, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.

CONTASSOT, E.; BEER, H.D.; FRENCH, L.E. Interleukin-1, inflammasomes, autoinflammation and the skin. **Swiss Medical Weekly**, v. 142, p. 1-10, 2012.

COSTAMAGNA, D. *et al.* Role of Inflammation in Muscle Homeostasis and Myogenesis. **Mediators of Inflammation**. v. 2015 p. 1-14, 2015.

DE SALLES, B.F. *et al.* Rest interval between sets in strength training. **Sports Medicine**, v. 39, p. 765-777, 2009.

DEISS, A. *et al.* Treating multiple sclerosis with monoclonal antibodies: a 2013 update. **Expert Review of Neurotherapeutics**, v. 13, p. 313-335, 2013.

DINARELLO, C.A. Proinflammatory Cytokines. **Chest**, v. 118, p. 503-508, 2000.

DINARELLO, C.A. The history of fever, leukocytic pyrogen and interleukin-1. **Temperature**, v. 2, p. 8–16, 2015.

EVANGELISTA, R.; *et al.* Rest interval between resistance exercise sets: length affects volume but not creatine kinase activity or muscle soreness. **International Journal of Sports and Physiological Performance**, v. 6, p. 118-127, 2011.

EYCKMANS, J. *et al.* A hitchhiker's guide to mechanobiology. **Developmental Cell**, v. 21, p. 35–47, 2011.

FINK, R.; LUTTGAW, H.C. An evaluation of the membrane constants and the potassium conductance in metabolically exhausted muscle fibers. **The Journal of Physiology**, v. 263, p. 215–238, 1976.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamento do Treino da Força Muscular**. 2ª Edição, São Paulo: Artmed, 2006.

FLECK, S.; SIMÃO, R. **Força: Princípios Metodológicos para o Treinamento**. Editora Phorte, 2008.

FLYNN, M.G. *et al.* Effects of resistance training on selected indexes of immune function in elderly women. **Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 6, p. 1905-1913, 1999.

FRANCISCO-CRUZ, A. *et al.* Granulocyte-macrophage colony-stimulating factor: not just another haematopoietic growth factor. **Medical Oncology**, v. 30 p. 1-14, 2014.

FRY, A. The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibers Adaptations, **Sports Medicine**, v. 34 p. 663-679, 2004.

GEROSA-NETO, J. *et al.* Impact of short and moderate rest intervals on the acute immunometabolic response to exhaustive strength exercise: Part II. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 6, p. 1570–1576, 2016.

GOURGOULIS, V. *et al.* Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, p. 342-344, 2003.

GRGIC, J. *et al.* Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v.48 n. 1 p. 137-151, 2018.

GUTHRIDGE, M. A. *et al.* Mechanism of activation of the GM-CSF, IL-3, and IL-5 family of receptors. **Stem Cells**, v. 16, p. 301–313, 1998.

HANNIE, P.Q. *et al.* The effects of recovery on force production, blood lactate, and work performed during bench press exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 9 p. 8-12, 1995.

HAWKE, T.J. Muscle stem cell and exercise training. **Exercise and Sports Science Review**, v. 33, n. 2, p. 63-68, 2005.

HINNIG, P.F. *et al.* Construção de questionário de frequência alimentar para crianças de 7 a 10 anos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 17, n. 2, p. 479-494, 2014.

HIROSE, L. *et al.* Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. **Exercise Immunology Reviews**, v. 10, n. 75-90, p. 20, 2004.

IYER, S.S.; CHENG, G. Role of Interleukin 10 Transcriptional Regulation in Inflammation and Autoimmune Disease, **Critical Reviews in Immunology**, v. 32, p. 23–63, 2012.

JUEL, C. Potassium and sodium shifts during in vitro isometric muscle contraction, and the time course of the ion-gradient recovery. **European Journal of Applied Physiology**, v. 406, p. 458-463, 1986.

KEMI, O.J.; WISLOFF U. Mechanisms of exercise-induced improvements in the contractile apparatus of the mammalian myocardium. **Acta Physiology (Oxf)**.; v. 199 n. 4 p. 425-439, 2010.

KILGORE, J.L. *et al.* Serum chemistry and hematological adaptations to 6 weeks of moderate to intense resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 4, p. 509-515, 2002.

KOLACZKOWSKA, E.; KUBES, P. Neutrophil recruitment and function in health and inflammation. **Nature Reviews Immunology**, v. 13, p. 159–175, 2013.

KOMI, P.V. **Força e potência no esporte**. 2ª edição, Artmed, 2006.

KRAEMER, W.J. *et al.* The effects of plasma cortisol elevation on total and differential leukocyte counts in response to heavy-resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 73, n. 1-2, p. 93-97, 1996.

KRAEMER, W.J. The evolution of the science of resistance training: The Early Pioneers of Progress. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v.20, n. 5, p. 10-14, 2016.

KRAEMER, W.J.; FLECK, S. **Optimizing Strength Training**, Champaign: Human Kinetics, 2007.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Progression and resistance training. **Journal of Human Kinetics**, v. 2, n. 4, p. 498-498, 2005.

LAGALLY, K.M. *et al.* Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. **Medicine and Science of Sports and Exercise**, v. 34, p. 552-559, 2002.

LAGALLY, K.M. *et al.* Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, p. 359-364, 2004.

LAGALLY, K.M.; AMOROSE, A.J.; ROCK, B. Selection of resistance exercise intensity using ratings of perceived exertion from the OMNI-RES. **Perceptual and Motor Skills**, v. 108, p. 573-586, 2009.

LAGALLY, K.M.; ROBERTSON, R.J. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, p. 252-256, 2006.

LEE, E.C. *et al.* Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 31, p. 2920-2937, 2017.

LEMS, W.F.; DEN UYL, D. Exercise-induced changes in interleukin-10 in patients with knee osteoarthritis: new perspectives? **Arthritis Research & Therapy**, v.12, p. 131-132, 2010.

LEY, K. *et al.* Getting to the site of inflammation: The leukocyte adhesion cascade update. **Nature Reviews Immunology**, v. 7, p. 678–689, 2007.

LINDSTROM, L.; KADEFORS, R.; PETERSEN, I. An Electromyographic index for localized muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 43, p. 750-754, 1977.

LIRA, V.A. *et al.* PGC-1 α regulation by exercise training and its influences on muscle function and insulin sensitivity. **American Journal of Physiology and Endocrinology Metabolism**, v. 299 n. 2 p. 145-161. 2010.

MACHADO, M. *et al.* Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 5, p. 1339–1345, 2010.

MACHADO, M.; PEREIRA, R.; WILLARDSON, J.M. Short intervals between sets and individuality of muscle damage response. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 2946–2952, 2012.

MADEJ, M.P. *et al.* Different regulation of interleukin-1 production and activity in monocytes and macrophages: innate memory as an endogenous mechanism of IL-1 inhibition. **Frontier of Pharmacology**, v. 8, p. 1-12, 2017.

MARTINEZ-MOCZYGEMBA, M.; HUSTON, D.P. Biology of common beta receptor-signaling cytokines: IL-3, IL-5, and GM-CSF. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 112, p. 653–665, 2003.

MATSUI T, *et al.* Brain glycogen decreases during prolonged exercise. **Journal Physiology**, v. 589 p. 3383-3393, 2011.

MATUSZAK, M.E. *et al.* Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17 p. 634–637, 2003.

MAYHEW, D.L.; THYFAULT, J.P.; KOCH, A.J. Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 16-22, 2005.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance**, Lippincott: Williams & Wilkins, 2010.

MCDERMOTT, M.M. *et al.* Racial Differences in the Effect of Granulocyte Macrophage Colony-Stimulating Factor on Improved Walking Distance in Peripheral Artery Disease: The PROPEL Randomized Clinical Trial. **Journal of the American Heart Association**, v. 8 p. 1-13, 2019.

MCNAIR, P.J. *et al.* Verbal encouragement: Effect on maximum effort voluntary muscle action. **British Journal of Sports Medicine**, v. 30, p. 243–245, 1996.

MEADOWS, K.A.; HOLLY, J.M.; STEWART, C.E. Tumor necrosis factor-alpha-induced apoptosis is associated with suppression of insulin-like growth factor binding protein-5 secretion in differentiating murine skeletal myoblasts. **Journal of Cell Physiology**, v. 183, p. 330-337, 2000.

MEDZHITOV, R. Inflammation 2010: New adventures of an old flame. **Cell**, v. 140, p. 771–771, 2010.

MINUZZI, L.G. *et al.* Lifelong exercise practice and immunosenescence: Master athletes cytokine response to acute exercise. **Cytokine**, v. 115, p. 1-7, 2019.

MIRANDA, H. *et al.* Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1032, 2007.

MOSLEY, B. *et al.* Cloning, sequence and expression of two distinct human interleukin-1 complementary DNAs. **Nature**, v. 315 p. 641-647. 1985.

NEWHAM, D. J. *et al.* Ultrastructural changes after eccentric and concentric contractions of human muscle. **Journal of Neurological Sciences**, v.61, p.109-122, 1983.

NIEMAN, D.C. *et al.* Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, p. 1917–1925, 2003.

NUNES, R.B.; TONETTO, M.; MACHADO, N. Physical exercise improves plasmatic levels of IL-10, left ventricular end-diastolic pressure, and muscle lipid peroxidation in chronic heart failure rats. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, p. 1641–1647, 2008.

OPAL, S.M.; DEPALO, V.A. Anti-inflammatory cytokines, **Chest**, v. 117, 1162-1172. 2000.

OSTROWSKI, K. *et al.* Evidence that interleukin-6 is produced in human skeletal muscle during prolonged running. **The Journal of Physiology**, v. 508, p. 949–953, 1998.

OSTROWSKI, K. *et al.* Pro-and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. **The Journal of Physiology**, v. 515, p. 287-291, 1999.

PADILLA J, *et al.* Vascular effects of exercise: endothelial adaptations beyond active muscle beds. **Physiology (Bethesda)**.; v. 26 n. 3 p. 132-145, 2011.

PEAKE J.M. *et al.* Cytokine expression and secretion by skeletal muscle cells: regulatory mechanisms and exercise effects. **Exercise-Induced Cytokine Responses**, v. 21, p. 8-25, 2015.

PEAKE, J. *et al.* Systemic inflammatory responses to maximal versus submaximal lengthening contractions of the elbow flexors. **Exercise and Immunology Reviews**, v. 12, p. 72-85, 2006.

PEAKE, J.; NOSAKA, K.K.; SUZUKI, K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. **Research Online**, n. 1, p. 64-85, 2011.

PEDERSEN, B.K. The Physiology of Optimizing Health with a Focus on Exercise as Medicine. **Annual Review of Physiology**, v. 81, p. 1-21, 2018.

PEDERSEN, B.K.; FEBBRAIO, M.A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. **Physiology Reviews**, v. 88, p.1379–1406, 2008.

PEDERSEN, B.K.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. **Physiological Reviews**. v. 80, n. 3, p. 1055-1081, 2000.

PETERSEN, A.M.W.; PEDERSEN, B.K. The anti-inflammatory effect of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.98, p. 1154–1162, 2005.

PHILLIPS, M.D. *et al.* Influence of commonly employed resistance exercise protocols on circulating IL-6 and indices of insulin sensitivity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1091-1101, 2010.

RAASTAD, T. *et al.* Temporal relation between leukocyte accumulation in muscles and halted recovery 10–20 h after strength exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 6, p. 2503-2509, 2003.

RAHIMI, R. *et al.* Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, p. 1851–1859, 2010.

RASSIER DE, MACINTOSH BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, p. 499-508, 2000.

RATAMESS, N.A. *et al.* The effect rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, p. 1-17, 2007.

RHEA, M.R.; KENN JG. The effect of acute applications of whole-body vibration on the iTonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 23 p. 58-61, 2009.

RIBEIRO, A C. *et al.* Validação de um questionário de frequência de consumo alimentar para população adulta. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 5, p. 553-562, 2006.

RISØY, B.A. *et al.* Delayed leukocytosis after hard strength and endurance exercise: Aspects of regulatory mechanisms. **BMC Physiology**. v.14, n. 3, p. 1-12, 2003.

RODRIGUES, B.M. *et al.* Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 6, p. 1657-1662, 2010.

ROSSI, F.E. *et al.* Impact of short and moderate rest intervals on the acute immunometabolic response to exhaustive strength exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30 n. 6 p. 1563–1569, 2016.

SAXTON, J.M. *et al.* Peripheral blood leucocyte functional responses to acute eccentric exercise in humans are influenced by systemic stress, but not by exercise-induced muscle damage. **Clinical Science (London)**, v. 104, n. 1, p. 69-77, 2003.

SCHRODER, K. *et al.* Interferon-gamma: an overview of signals, mechanisms and functions. **Journal of Leukocyte Biology**, v. 75, p. 163–89, 2004.

SCUDESE, E. *et al.* A influência de diferentes recuperações entre as séries no treinamento de força. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, n. 19, v. 2, p. 70-77, 2011.

SCUDESE, E. *et al.* Active vs. passive inter-set recovery in lower limbs strength performance. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 21, n. 5, p. 39-48, 2018.

SCUDESE, E. *et al.* Effect of different recovery methods in strength training on performance and perceived exertion. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**. – 2016a *in press*.

SCUDESE, E. *et al.* Influence of very short rest period lengths on repeated one maximum repetition bench press performance. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, – 2016b *in press*.

SCUDESE, E. *et al.* Long Rest Interval Promotes Durable Testosterone Responses in High-Intensity Bench Press. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1275-1286, 2016c.

SCUDESE, E. *et al.* The effect of rest interval length on repetition consistency and perceived exertion during near maximal loaded bench press sets. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 3079-3083, 2015.

SENNA, G. *et al.* Influence of two different rest interval lengths in resistance training sessions for upper and lower body. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 8, p. 197-202, 2009.

SENNA, G. *et al.* Rest Period Length Manipulation on Repetition Consistency for Distinct Single-Joint Exercises. **Journal of Exercise Physiology**, v. 19, n. 5, p. 90-101, 2016a.

SENNA, G. *et al.* The effect of rest interval length on multi- and single-joint exercise performance and perceived exertion. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, p. 57-62, 2011.

SENNA, G.W. *et al.* Effect of different intersets rest intervals on performance of single and multijoint exercises with near-maximal loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 3, p. 710-716, 2016b.

SENNA, G.W. *et al.* Influence of different rest interval length in multi-joint and single-joint exercises on repetition performance, perceived exertion, and blood lactate. **Journal of Exercise Physiology**, v. 15, n. 5, p. 96-106, 2012.

SENNA, G. *et al.* Multi-joint and single-joint exercise performance and perceived exertion with several different recoveries. **Journal of Exercise Physiology**, v. 18, n. 3, p. 91-100, 2015.

SHARPLES, A.P. *et al.* Skeletal muscle cells possess a 'memory' of acute early life TNF- α exposure: role of epigenetic adaptation. **Biogerontology**, v. 17, p. 603-17, 2016.

SHEN, H.H. *et al.* A causative relationship exists between eosinophils and the development of allergic pulmonary pathologies in the mouse. **Journal of Immunology**, v.170, 3296-3305, 2003.

SHEPHARD, R.J. PAR-Q Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. **Sports Medicine**, v. 5, p. 185–95, 1988.

SIEWE, L. *et al.* Interleukin-10 derived from macrophages and/or neutrophils regulates the inflammatory response to LPS but not the response to CpG DNA. **European Journal of Immunology**, v. 36 p 3248–3255, 2006.

SIMÃO, R. *et al.* A influência de distintos intervalos de recuperação entre séries nos exercícios resistidos. Rio de Janeiro: **Fitness & Performance Journal**. v. 5 n. 3 p. 134-138, 2006a

SIMÃO, R. *et al.* Diferentes intervalos entre séries e sua influência no volume total dos exercícios resistidos. **Fitness & Performance Journal**. v. 5 n. 2 p. 76-80, 2006b.

SIMÃO, R. *et al.* Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19 p. 853-858, 2005.

SLAUSON, D.O.; COOPER, B.J. **Mechanisms of disease: A textbook of comparative pathology**. St. Louis, MO: Mosby, 2002.

SMITH, L.L. *et al.* Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 1, p. 61-67, 2000.

SOUZA, M.L. *et al.* O cuidado em enfermagem – uma aproximação teórica. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 14. N. 1. p. 75-81, 2005.

SPIERING, B.A. *et al.* Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. **Sports Medicine**, v. 38, n. 7, p. 527-239, 2008.

STARON, R.S. Human skeletal muscle fiber types: delineation development, and distribution. **Canadian Journal of Applied Physiology**. v. 22 p. 307-327, 1997.

TERRA, M.G, *et al.* O significado de cuidar no contexto do pensamento complexo: novas possibilidades para a enfermagem. **Texto & Contexto Enfermagem**. v. 15 p. 164-169, 2006.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TIBANA, R.A. *et al.* Two Consecutive Days of Crossfit Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. **Frontiers in Physiology**, v. 7, p. 1-8, 2016.

TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 8, p. 643–663, 2006.

UCHIDA, M.C. *et al.* Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 5, p. 499-507, 2009.

USHACH, I.; ZLOTNIK, A. Biological role of granulocyte macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF) and macrophage colony-stimulating factor (M-CSF) on cells of the myeloid lineage. **Journal of Leukocyte Biology**, v. 100, p. 481-489, 2016.

VALENZUELA, P.L.; DE LA VILLA, P.; FERRAGUT, C. Effect of two types of active recovery on fatigue and climbing performance. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 14, p. 769-775, 2015.

VAN LEEUWEN B.H. *et al.* Molecular organization of the cytokine gene cluster, involving the human IL-3, IL-4, IL-5, and GM-CSF genes, on human chromosome 5. **Blood**, v. 73 p. 1142-1148,1989.

VIERCK, J. *et al.* Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. **Cell biology international**, v. 24, n. 5, p. 263-272, 2000.

VIJAYARAGHAVA, A.; RADHIKA, K. Alteration of Interferon Gamma (IFN-g) in Human Plasma with Graded Physical Activity. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 8 p. 5-7, 2014.

VILLANUEVA, M.G. *et al.* Influence of rest interval length on acute testosterone and cortisol responses to volume-load equated total body hypertrophic and strength protocols. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2755-2764, 2012.

WALDOW, V.R.; LOPES, M.J.M.; MEYER, D.E. **Maneiras de cuidar, maneiras de ensinar**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998.

WALLIMANN, T.; HEMMER, W. Creatine kinase in non-muscle tissues and cells. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 133, n. 1, p. 193-220, 1994.

WEIR, J.P.; WAGNER, L.L.; HOUSH, T.J. The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 8 p. 58–60, 1994.

WILLARDSON J.M. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 20:978-84, 2006.

WILLARDSON, J.M.; BURKETT, L.N. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, p. 23-26, 2005.

WILLARDSON, J.M.; BURKETT, L.N. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 1, p. 146-152, 2008.

WILLARDSON, J.M.; BURKETT, L.N. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy versus light loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, p. 400-403, 2006a.

WILLARDSON, J.M.; BURKETT, L.N. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, p. 396-399, 2006b.

WILLIAMS, J. Commissioning diabetes services for older people. **Journal of Diabetes and Nursing**, v. 14, n. 4, p. 144-146, 2010.

WILSON D. *et al.* Frailty and sarcopenia: the potential role of an aged immune system, **Ageing Research Review**, v. 36, p. 1–10, 2017.

WOODS, J.A. *et al.* Exercise, inflammation and aging, **Aging and Disease**. v. 3 p. 130–140, 2012.

XU, X. *et al.* Exercise ameliorates high-fat diet-induced metabolic and vascular dysfunction, and increases adipocyte progenitor cell population in brown adipose tissue. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. 300 n. 5 p. 1115-1125, 2011.

YAN, Z. *et al.* Regulation of exercise-induced fiber type transformation, mitochondrial biogenesis, and angiogenesis in skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**; v. 110 n.1 p. 264-274, 2011.

ZHAO, G.; *et al.* Effects of moderate and high intensity exercise on T1/T2 balance. **Exercise Immunology Review**, v. 18, p. 98-114, 2012.

ZHANG, J.M.; AN, J. Cytokines, inflammation, and pain. **International Anesthesiology Clinics**, v. 45, p. 27-37, 2007.

ANEXOS

ANEXO I

ESCALAS, QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTA

ANEXO I

ESCALAS, QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTA

Escala de *Omni-Res* (LAGALLY E ROBERTSON, 2006).

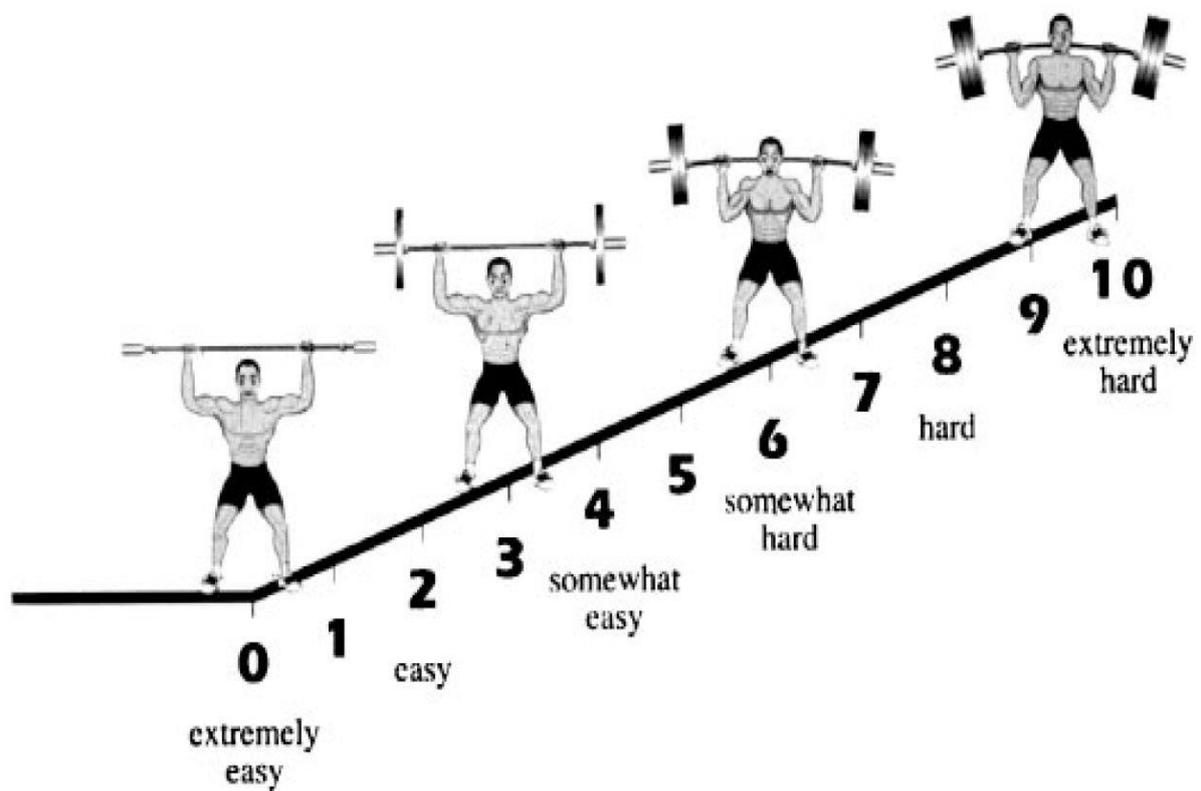


FIGURE 1. OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise.

Anamnese (formato de entrevista)

Perguntas (Etapa 1):

- a) Qual a sua idade?
- b) Qual o seu gênero?
- c) Você realiza o treinamento de força regularmente? A quanto tempo?
- d) Você visitou seu médico anteriormente a prática deste exercício? Entregou o seu atestado médico ao centro de atividades física onde você faz seus treinamentos?

Perguntas (Etapa 2):

- a) Você apresenta qualquer condição aguda ou crônica de saúde que possa comprometer ou se tornar fator de impedimento à realização de atividades físicas?
- b) Você utiliza algum medicamento atualmente? Qual?
- c) Você possui doenças endócrinas pré-estabelecidas, cardiopatias, hipertensão arterial, asma não controlada, ou quaisquer condições musculoesqueléticas que impossibilitem a prática do treinamento de força (osteoartrite, fratura recente, tendinite e/ou uso de prótese)?
- d) Você já possuiu ou possui alguma alteração classificada por seu médico por distúrbio neurológicos e/ou faz uso de medicamentos que possam causar distúrbios da atenção?

Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionada por profissionais de saúde?

Sim
 Não

2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?

Sim
 Não

3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticou atividade física?

Sim
 Não

4. Você apresenta desequilíbrio devido a tonteyras e/ou perda da consciência?

Sim
 Não

5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?

Sim
 Não

6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?

Sim
 Não

7. Existe alguma outra razão pela qual você não deve realizar atividade física?

Sim
 Não

ANEXO

QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA DE CONSUMO ALIMENTAR (QFA)

Produtos	Porção consumida (nº/ descrição)	Frequência						R/ N	Qtd. g/ ml
		1 vez por dia	2 ou mais vezes por dia	5 a 6 vezes por semana	2 a 4 vezes por semana	1 vez por semana	1 a 3 vezes por mês		
LEITE E DERIVADOS									
Leite desnatado ou semi-desnatado									
Leite integral									
Iogurte									
Queijo branco (minas/ frescal)									
Queijo amarelo (prato/ mussarela)									
Requeijão									
CARNES E OVOS									
Ovo frito									
Ovo cozido									
Carne de boi									
Carne de porco									
Frango									
Peixe fresco									
Peixe enlatado (sardinha/ atum)									
Embutidos (salsicha, lingüiça, fiambre, salame, presunto, mortadela)									
Carne conservada no sal (bacalhau, carne seca/sol, pertences de feijoada)									
Visceras (fígado, rim, coração)									
ÓLEOS									
Azeite									
Molho para salada									
Bacon e toucinho									
Manteiga									
Margarina									
Maionese									
PESTISCOS E ENLATADOS									
Snacks (batata-frita, sanduíches, pizza, esfiha, salgadinhos, cheetos, amendoim)									
Enlatados (milho, ervilha, palmito, azeitona)									
CEREAIS/ LEGUMINOSAS									
Arroz integral									
Arroz polido									
Pão integral									
Pão francês/forma									
Biscoito salgado									
Biscoito doce									
Bolos									

QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA DE CONSUMO ALIMENTAR (QFA)

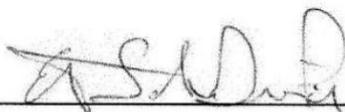
Produtos	Porção consumida (nº/ descrição)	Frequência						R/ N	Qtd. g/ ml
		1 vez por dia	2 ou mais vezes por dia	5 a 6 vezes por semana	2 a 4 vezes por semana	1 vez por semana	1 a 3 vezes por mês		
CEREAIS/ LEGUMINOSAS									
Macarrão									
Feijão									
HORTALIÇAS E FRUTAS									
Folha crua:									
-									
Folha refogada/ cozida:									
-									
Hortaliça crua:									
-									
Hortaliça cozida:									
-									
Tubérculos (cará, mandioca, batata, inhame)									
Frutas:									
-									
-									
SOBREMESAS E DOCES									
Sorvete									
Tortas									
Geléia									
Doces/balas									
Chocolates/achocolados/ bombom									
BEBIDAS									
Café com açúcar									
Café sem açúcar									
Suco natural com açúcar									
Suco natural sem açúcar									
Suco artificial com açúcar									
Suco artificial sem açúcar									
Refrigerante normal									
PRODUTOS DIET E LIGHT									
Adoçante									
Margarina									
Requeijão/iogurte									
Refrigerante									

ANEXO II

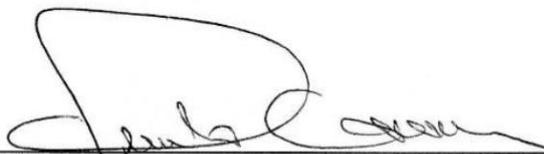
TERMOS DE AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Termo de Informação à Instituição

Esta pesquisa tem por objetivo geral avaliar os efeitos de diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do treinamento de força sobre as respostas inflamatórias, lesão muscular e percepção de esforço. Sendo assim, os participantes realizarão visitas para sessões treinamento de força (musculação) durante 3 semanas (duas visitas para testes na primeira semana e duas para sessões de intervenção), e serão avaliados em diversas variáveis bioquímicas durante o procedimento experimental. As intervenções ocorrerão entre 06:00 e 08:00 horas da manhã. Em resumo, os indivíduos realizarão 2 exercícios por 5 séries com 10 repetições cada para 3 minutos de intervalo em dois diferentes métodos (ativo e passivo). As coletas sanguíneas de citosinas (marcadores de inflamação), lesão tecidual e perfil hematológicos serão analisadas. Para este fim, solicitamos a autorização desta instituição para a triagem de colaboradores, e para a aplicação de nossos instrumentos de coleta de dados; o material e o contato interpessoal não oferecerão riscos de qualquer ordem aos colaboradores e à instituição. Os indivíduos não serão obrigados a participar da pesquisa, podendo desistir a qualquer momento. Tudo o que for falado será confidencial e usado sem a identificação do colaborador e dos locais. Quaisquer dúvidas que existirem agora ou depois poderão ser livremente esclarecidas, bastando entrar em contato conosco no telefone mencionado. De acordo com estes termos, favor assinar abaixo. Uma cópia ficará com a instituição e outra com os pesquisadores. Certo de sua compreensão.



Prof. Me. Estevão Scudese Dessimoni Pinto
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
CPF: 101.619.807-83
+55 (24) 992369779

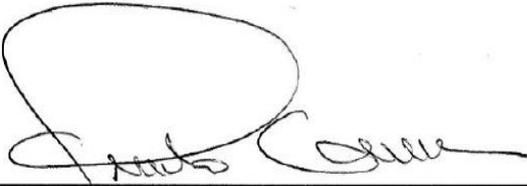


José Murilo de Melo Guerra
Aeróbica Centro de Orientação Física LTDA.

Termo de Anuência da Instituição

Eu, José Murilo de Mello Guerra, Diretor da Aeróbica Centro de Orientação Física Ltda (CNPJ: 28.456.853/0001-51) declaro a anuência desta instituição na participação do projeto denominado: *“Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes Métodos de Intervalo no Treinamento de Força”*.

Nossa participação se limitará ao fornecimento temporário do local e equipamentos de treinamento necessários à realização da pesquisa. Adicionalmente, aprovamos e estamos em concordância com os métodos realizados nesta pesquisa.



José Murilo de Mello Guerra

ANEXO III

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO: Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes Métodos de Intervalo no Treinamento de Força.

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo geral do presente estudo é avaliar os efeitos de diferentes métodos e intervalo (ativo e passivo) entre as séries do treinamento de força sobre as respostas inflamatórias e lesão muscular.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Estamos coletando informações para a realização deste experimento conduzido pelo prof. Me. Estevão Scudese Dessimoni Pinto. Se você não quiser participar do estudo, isto não irá interferir na sua vida profissional/estudantil. Você tem o direito de não participar deste estudo.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Serão duas visitas iniciais para testes de carga (musculação) e mais duas visitas para coleta dos dados experimentais na Academia Aeróbica. É recomendado que durante o período de participação no estudo, haja interrupção da sua rotina de treinos. Resumidamente, você realizará 2 exercícios por 5 séries com 10 repetições cada, respeitando três minutos de intervalo em dois diferentes métodos de realização (ativo e passivo). Cada sessão de treino será realizada apenas uma vez, separadas por uma semana. Serão realizados testes sanguíneos de citocinas (indicadores de inflamação), marcadores bioquímicos de lesão do tecido muscular e alguns parâmetros hemodinâmicos durante as semanas decorrentes do estudo.

RISCOS: Embora o estudo siga as recomendações sobre treinamento de força, tanto para os testes como para o procedimento experimental, não é descartada a possibilidade de desconforto osteomioarticular por horas ou mesmo dias após a realização das intervenções. Além disso, não são descartadas as possibilidades de lesão osteomioarticular durante a realização deste experimento. Outro risco esperado está relacionado às coletas sanguíneas, lembrando que sempre há a possibilidade de ocorrer algum erro, o que poderá ocasionar um desconforto imediato ou posterior. Para minimizar ao máximo este risco, um profissional de enfermagem experiente realizará e acompanhará todas as coletas.

BENEFÍCIOS: Sua participação nesta pesquisa irá auxiliar o prof. Me. Estevão Scudese Dessimoni Pinto, mas não será, necessariamente, para o seu benefício direto. No entanto, fazendo parte deste experimento, você contribuirá para a obtenção de informações relevantes para pesquisas vinculadas para à instituição e para a grande área das ciências da saúde.

CONFIDENCIALIDADE: Asseguramos que seu nome não aparecerá em nenhum formulário a ser preenchido por nós. Nenhuma publicação partindo desta análise revelará os nomes de quaisquer participantes da pesquisa. Garantimos que sem seu

consentimento escrito, os pesquisadores não divulgarão nenhum dado de pesquisa no qual você seja identificado.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada no Centro de Atividades Físicas e Lazer Academia Aeróbica. Esta pesquisa possui vínculo com a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO através do Programa de Doutorado em Enfermagem e Biociências (PPGENFBIO) sendo o prof. Me. Estevão Scudese Dessimoni Pinto o pesquisador principal, sob a orientação da Prof. Dr. Estélio Henrique Martin Dantas. Os pesquisadores estarão disponíveis para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contate o prof. Me. Estevão Scudese Dessimoni Pinto nos telefones (24) 99236-9779, (24) 22439571, ou no endereço eletrônico: estevao.scudese@aerobica.com.br , ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone (21) 2542-7771 ou no endereço eletrônico cep-unirio@unirio.br. É importante termos os seus dados preenchidos corretamente (nome, endereço e telefone de contato) para que a equipe do estudo possa lhe contatar caso haja necessidade.

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____

Eu concordo em participar deste estudo.

Assinatura do participante:

Data: _____

Discuti a proposta da pesquisa com este(a) participante e, em minha opinião, ele(a) compreendeu suas alternativas (incluindo não participar da pesquisa, se assim o desejar) e deu seu livre consentimento em participar deste estudo.

Pesquisador: _____

Nome: _____

Data: _____

ANEXO IV

PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Respostas Inflamatórias, Dano Tecidual e Percepção de Esforço em Diferentes Métodos de Intervalo no Treinamento de Força.

Pesquisador: Estevão Scudese Dessimoni Pinto

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 97972818.5.0000.5285

Instituição Proponente: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.208.972

Apresentação do Projeto:

Trata-se de tese de doutorado a ser realizada por meio de estudo quase-experimental com homens adultos, acima de 18 anos em uma academia localizada na cidade de Petrópolis e que pretende testar hipóteses relacionadas à execução de exercícios para treinamento de força conforme dois métodos de intervalo: ativo e passivo. Os parâmetros serão coletados em quatro amostras de sangue intervaladas no período de execução dos exercícios.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral é verificar os efeitos de diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF sobre as respostas inflamatórias, dano tecidual e percepção de esforço.

Objetivos Secundários: Verificar os efeitos dos diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF sobre as respostas inflamatórias (IL-6, TNF- e respostas leucocitárias) e verificar os efeitos dos diferentes métodos de intervalo (ativo e passivo) entre as séries do TF sobre os marcadores de lesão tecidual (CK, LDH e mioglobina).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos associados à realização dos exercícios e à coleta de sangue, o pesquisador descreve: "É importante lembrar que embora o estudo siga as recomendações sobre treinamento de força, tanto para os testes como para o procedimento experimental, não é descartada a

Endereço: Av. Pasteur, 296

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep.unirio09@gmail.com

Continuação do Parecer: 3.208.972

possibilidade de desconforto osteomioarticular por horas ou mesmo dias após a realização das intervenções. além disso, a eventual possibilidade de lesão osteomioarticular não deve ser completamente descartadas durante a realização do experimento. É importante ressaltar que coletas sanguíneas também possuem certo potencial de risco, como por exemplo dor na região de coleta e algum desconforto observado de modo imediato ou posterior. Para minimizar ao máximo este risco, um profissional de enfermagem experiente realizará e acompanhará todas as coletas."

Quanto aos benefícios, podem ser diretos ou indiretos e são descritos como:"A execução deste estudo irá auxiliar o prof. Me. Estevão Scudese Dessimoni Pinto, mas não será, necessariamente, para seu benefício direto. Contudo, fazendo parte deste experimento, o participante irá gerar mais informações para pesquisas vinculadas para a instituição, e especificamente, para a ciência do treinamento físico e reabilitação."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante, apresentando qual o local da coleta de sangue e como o mesmo será descartado, nas páginas 37 e 38; no item 3.3 Materiais; subitem 3.3.2 Coleta de sangue, movimentação, armazenagem e descarte; do Capítulo III Procedimentos Metodológicos, o pesquisador descreve da seguinte maneira: "Serão coletadas amostras de sangue imediatamente antes, três, seis, 12 e 24 horas após a intervenção de exercícios. Por razão de logística, todas as coletas sanguíneas serão realizadas em uma sala propriamente higienizada e destinada à avaliação física dos praticantes, situada nas próprias dependências da academia com a autorização do proprietário que prestou anuência ao projeto. As coletas ocorrerão sob a supervisão e acompanhamento dos profissionais de enfermagem e medicina que também prestaram prévia anuência ao projeto. O sangue será colhido através de punção venosa realizada por uma flebotomia certificada em 10 ml, heparina de sódio, e tubos de vácuo de separação de soro (Vacutainer) por um profissional de enfermagem experiente. Todas as amostras serão separadas em soro e plasma por centrifugação a 4°C durante 15 minutos a 2000g. Após a remoção das camadas de soro e camada leuco-plaquetária, os eritrócitos serão lavados três vezes com dois volumes de solução salina isotônica. Os eritrócitos foram lisados com água destilada fria. O soro do sangue será dividido em alíquotas e armazenado a -80°C para análise posterior. Todas as amostras serão analisadas em duplicata, e os resultados médios serão calculados. O descarte do material seguirá as normas do protocolo operacional padrão (POP) do departamento de análise bioquímica da instituição (Hospital Universitário Gaffré e Guinle - HUGG). O descarte seguirá o POP 008 da unidade, de modo que os materiais biológicos como tubos de coleta e materiais com sobra e resíduos de fluidos biológicos são encaminhados para autoclavagem e posterior descarte

Endereço: Av. Pasteur, 296

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep.unirio09@gmail.com

**UNIPIO - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO**



Continuação do Parecer: 3.208.972

em lixeira com saco próprio para coleta de materiais infectantes. Posteriormente, estes são recolhidos periodicamente por pessoal treinado. Já os materiais perfuro cortantes são descartados em recipiente próprio "DESCARPACK®" que após lacrado é embalado em saco próprio para coleta de materiais infectantes e recolhido periodicamente por pessoal treinado. Estes materiais são acondicionados em local reservado para coleta por empresa especializada, contratada para a retirada e descarte destes resíduos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta: Folha de rosto; carta de anuência (das duas instituições co-participantes)

TCLE; Termo de responsabilidade de médico e enfermeira, todos devidamente assinados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Complementou a metodologia descrevendo como se dará a coleta de sangue e como o mesmo será descartado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1204925.pdf	28/11/2018 17:51:17		Aceito
Outros	carta_resposta.pdf	28/11/2018 17:49:26	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_versao_2.docx	28/11/2018 17:49:11	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	04/09/2018 21:00:08	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Outros	Anamnese.pdf	21/08/2018 23:43:54	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Outros	Termo_de_Informacao_a_Instituicao_pdf	21/08/2018 23:43:17	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Outros	Declaracao_Anuencia_Laboratorio.pdf	21/08/2018 23:29:44	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Outros	Termo_de_Anuencia_Medico_assinado.pdf	21/08/2018 23:28:05	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Outros	Declaracao_Profissional_de Enfermagem.pdf	21/08/2018 23:26:42	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_Anuencia_da_Instituicao_assinado.pdf	21/08/2018 23:24:26	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito

Endereço: Av. Pasteur, 296

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep.unirio09@gmail.com

UNIRIO - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO



Continuação do Parecer: 3.208.972

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	21/08/2018 07:36:39	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	21/08/2018 07:04:52	Estevão Scudese Dessimoni Pinto	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 19 de Março de 2019

Assinado por:

**Renata Flavia Abreu da Silva
(Coordenador(a))**

Endereço: Av. Pasteur, 296

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep.unirio09@gmail.com

APÊNDICES

ARTIGOS DE MESMA TEMÁTICA PUBLICADOS AO LONGO DESTE CURSO

**Active vs. Passive Inter-Set Recovery in Lower Limbs Strength Performance**

Estevão Scudese^{1,2}, Paula Paraguassú Brandão¹, Gilmar Weber Senna^{1,2}, Cristiano Queiroz de Oliveira², Maycon Stantzer², Fabiana Rodrigues Scartoni², Carlos José Nogueira³, Estélio Henrique Martin Dantas¹.

¹Nursing and Biosciences Post-Graduation Program, Doctorate of Federal University of State of Rio de Janeiro, Brazil, ²Sports Science and Exercise Laboratory (LaCEE), Catholic University of Petrópolis, RJ, Brazil, ³Air Cadets Preparatory School, Brazilian Air Force, Barbacena, MG, Brazil

ABSTRACT

Scudese E, Brandão PP, Senna GW, de Oliveira CQ, Stantzer M, Scartoni FR, Nogueira CJ, Dantas EHM. Active vs. Passive Inter-Set Recovery in Lower Limbs Strength Performance. **JEPonline** 2018;21(5):39-48. The aim of this study was to verify different types of recovery (Active vs. Passive) on the repetitions performance and rate of perceived effort (RPE) of the lower limbs. Twelve trained men participated in the study (85.84 ± 11.27 kg, 178.27 ± 7.21 cm, 24.11 ± 4.51 yrs). Subjects performed two sessions for load testing (test and retest) of 10-RM on Leg Press 45° (LP) and Leg Extension (LE). After load determination, the subjects underwent two training sessions that consisted of 5 sets of 10-RM per exercise with a fixed 2-min rest between sets of either active (AR) or passive recovery (PR). The total number of repetitions performed during the entire training session was similar ($P=0.16$) between PR (81.33 ± 8.64 reps) and AR (68.16 ± 21.43 reps). The total number of repetition performed in LP was statistically different ($P=0.031$) between PR (44.66 ± 3.98 reps) and AR (35.16 ± 6.11 reps). There was no difference in LE exercise ($P=0.51$) between the total number of repetitions between PR (35.16 ± 9.43 reps) and AR (33.00 ± 13.37 reps). We concluded that although the fixed 2-min rest have negatively affected the consecutive set's performance, there was no difference between the AR or PR strategies.

Key Words: Exercise, Rest Period, Strength Training

Original article

Effect of different recovery methods in strength training on performance and perceived exertion

E. Scudese^{a,b,c}, G. Senna^{a,b,c,*}, E.I. Alarcón Meza^d, C. Zarlotti^a, A.L. Bessa de Oliveira^e, E.H.M. Dantas^{a,b,c}

^a Nursing and Biosciences Post-Graduation Program (PPgEnfBio), Doctorate of Federal University of State of Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brazil

^b Biosciences Laboratory of Human Movement (LABMH), Federal University of State of Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brazil

^c Biosciences Laboratory of Human Movement (LABMH), Tiradentes University (UNIT), Aracaju, Brazil

^d Autonomous University of Baja California, Baja California, Mexico

^e Physical Education College, Federal University of Mato Grosso, Mato Grosso, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 June 2015

Accepted 11 December 2015

Available online xxx

Keywords:

Physical education and training

Muscle strength

Weight lifting

ABSTRACT

Objective: The study verified the acute influences of distinct recovery methods between sets on repetition performance and rate of perceived effort.

Method: Twenty six trained men (20.61 ± 2.95 years; 73.72 ± 5.91 kg; 175.00 ± 5.14 cm; $9.54 \pm 3.86\%$ Fat) performed test and re-test of ten repetitions maxims, on non-consecutive days, for the bench press exercise. Four sets of ten repetitions maxims on bench press were performed with 2 min of rest between sets for distinct recovery methods: passive recovery and active recovery (run performed on a treadmill at 45% of maximum oxygen consumption).

Results: No differences were found between the passive recovery (25.50 ± 3.13) and the active recovery (26.07 ± 2.46) for the total number of completed repetitions ($p=0.181$). Additionally, the area under the curve did not show any difference between passive recovery (47.05 ± 6.98 reps min^{-1}) and active recovery (48.03 ± 5.46 reps min^{-1}). Important reductions were observed for each subsequent set for both recoveries methods ($p=0.0001$). The perceived effort data shown important increase from the second set for passive recovery ($p=0.0001$) and active recovery ($p=0.001$).

Conclusion: No differences were observed between different recovery methods.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Efecto de diferentes métodos de recuperación en entrenamiento de fuerza en la ejecución y percepción del esfuerzo

RESUMEN

Objetivo: El estudio verificó la influencia de los métodos de recuperación entre series en el desempeño de las repeticiones y la percepción subjetiva de esfuerzo.

Método: Veintiséis hombres entrenados (20.61 ± 2.95 años; 73.72 ± 5.91 kg; 175.00 ± 5.14 cm; $\%G=9.54 \pm 3.86\%$) realizaron el test y un retest de la prueba de 10 repeticiones máximas, en días no consecutivos, para el ejercicio de press de banca. Se realizaron cuatro series en press de banca de diez repeticiones máximas con intervalo de dos minutos y con métodos de recuperación distintos: recuperación pasiva y recuperación activa (carrera continua en tapiz rodante al 45% del consumo de oxígeno máximo).

Resultados: No se encontraron diferencias entre la recuperación pasiva (25.50 ± 3.13) y la recuperación activa (26.07 ± 2.46) para el número total de repeticiones completadas ($p=0.181$). Además, el área bajo la curva no muestra diferencias significativas entre recuperación pasiva (47.05 ± 6.98 reps/min) y

Palabras clave:

Educación Física y entrenamiento

Fuerza muscular

Levantamiento de peso

* Corresponding author.

E-mail address: sennagw@gmail.com (G. Senna).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.12.003>

1888-7546/© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).