UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

LEANDRO NASCIMENTO LODO

Respostas subjetivas, metabólicas e hormonais a duas sessões de exercício de
força realizadas com intensidades e volumes diferentes

São Paulo
2013

LEANDRO NASCIMENTO LODO

Respostas subjetivas, metabólicas e hormonais a duas sessões de exercício de
força realizadas com intensidades e volumes diferentes

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esporte da Universidade
de São Paulo, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Educação
Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki

São Paulo

2013

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

Nome: LODO, Leandro Nascimento

Título: Respostas subjetivas, metabólicas e hormonais a duas sessões de exercício de força realizadas com intensidades e volumes diferentes

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Aprovado em: _____

Banca Examinadora

Prof. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki por me orientar desde o primeiro semestre do curso de Ciências da Atividade Física durante a disciplina de "Resolução de Problemas". Esse modelo de professor, orientador e pesquisador sempre foi e será minha maior referência. Impossível descrever o quanto sou agradecido, muito obrigado!

Devo também agradecer às outras pessoas que contribuíram para a conclusão deste trabalho:

À minha esposa Kelli Cristina Menezes, que sempre me apoiou e acreditou em mim, mesmo quando nem eu mesmo acreditei.

Ao meu pai, Gilberto Lodo, por ser o modelo de homem esforçado que deixou de ter uma vida com mais conforto para prover a devida educação aos seus dois filhos.

Ao Prof. Dr. Alexandre Moreira, pois suas críticas a respeito do projeto e da minha formação me ajudaram a escolher, definitivamente, o caminho que estou a trilhar.

Ao Rodrigo Vitasovic Gomes, o irmão mais velho que me passou muito das suas experiências e, na maioria das vezes, foi a próxima pessoa após o Saldanha a ser consultado.

Ao Audrei Reis dos Santos, o irmão do meio que mesmo um pouco afastado da família está sempre a ajudar.

Ao Hélio Lorêdo Mesquita, o irmão mais novo que ajudou na coleta de dados e com quem podemos contar sempre para o desenvolvimento de novos projetos.

Ao Ademir Schultz e à Camila Freitas. A parceria entre orientadores gerou uma parceria entre orientandos.

RESUMO

Autor: LODO, L. N. *Respostas subjetivas, metabólicas e hormonais a duas sessões de exercício de força com intensidades e volumes diferentes*. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de duas sessões de exercício de força executadas em diferentes intensidades (35% do valor de 1 RM contra 70% do valor de 1 RM) e volumes (10 repetições e cinco repetições) sobre a magnitude da carga interna de treinamento, e a resposta de parâmetros fisiológicos (lactato e cortisol) associados ao nível de estresse imposto ao organismo, nos diferentes gêneros. Trinta participantes (15 homens e 15 mulheres) foram submetidos a duas sessões de treinamento: uma sessão foi composta por quatro séries de cinco repetições submáximas a 70% do valor de 1 RM e a outra sessão foi constituída por quatro séries de 10 repetições submáximas a 35% do valor de 1 RM. Ambas sessões foram realizadas com os mesmos exercícios (supino e agachamento) e os mesmos intervalos entre séries (dois minutos) e entre os exercícios (três minutos). A carga total levantada na sessão (expressa pela tonelagem [TON] = séries x repetições x carga [kg]) foi equalizada para ambas as sessões. A carga interna de treinamento foi calculada pelo método da percepção subjetiva do esforço (PSE) da sessão. A análise do lactato sanguíneo foi realizada pelo método eletroquímico e a concentração de cortisol salivar foi determinada pelo método ELISA. Não foi observada diferença significativa na magnitude da carga interna de treinamento entre as sessões ($p > 0,05$). Também não foi verificada diferença no padrão de resposta do lactato sanguíneo e do cortisol salivar entre as sessões ($p > 0,05$). Além disso, não foi observada diferença no padrão de resposta das variáveis avaliadas (carga interna de treinamento, lactato e cortisol) entre participantes do gênero masculino e feminino, quando submetidos à mesma sessão. Os resultados do presente estudo sugerem que a equalização da carga levantada na sessão, indicador do trabalho externo realizado, é um fator importante para modular as respostas internas. Mesmo quando diferentes delineamentos são implementados pela manipulação das variáveis do treinamento de força, a equalização da carga levantada torna o estímulo externo semelhante, determinando o padrão de resposta similar dos parâmetros investigados. Os resultados do presente estudo também indicam que o gênero não influencia a magnitude da carga interna de treinamento e a respostas dos parâmetros associados ao nível de estresse (lactato e cortisol).

Palavras-chave: lactato, cortisol, percepção subjetiva de esforço, carga interna de treinamento

ABSTRACT

Autor: LODO, L. N. *Perceptual, metabolic and endocrine responses to resistance exercise bouts performed with different intensities and volume*. 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

The aim of present study was to evaluate the effect of two sessions of resistance exercise performed at different intensities (35% of 1RM versus 70% of 1 RM) and volumes (10 repetitions and five repetitions) on the magnitude of internal training load and the response of physiological parameters (lactate and cortisol) associated with the level of stress imposed on the organism, in different genders. Thirty participants (15 men and 15 women) were submitted to two training sessions: one session consisted of four sets of five submaximal repetitions at 70% of 1 RM and the other session consisted of four sets of 10 submaximal repetitions at 35% of 1 RM. Both sessions were conducted using the same exercises (bench press and squat) and the same intervals between sets (two minutes) and between exercises (three minutes). The total load lifted in the session (express by Ton [TON] = sets x repetitions x load [kg]) was equated for both sessions. The internal training load was calculated using the session rating of perceived exertion (RPE) method. The blood lactate analysis was performed by electrochemical method and the cortisol concentration was determined by ELISA method. There was no significant difference in the magnitude of internal training load between sessions ($p > 0.05$). There was no difference in blood lactate and salivary cortisol responses between sessions ($p > 0.05$). In addition, no difference was observed in all variables (internal training load, lactate and cortisol) between males and females for the same session. The results of this study suggest that the equalization of total load lifted in the session, indicator of external work performed, is an important factor to modulate the internal responses. Even when different designs are implemented by manipulating the resistance training variables, the equalization of total load lifted induce similar external stimulus, determining similar pattern of responses for the parameters investigated. The results of this study also indicated that gender does not influence the magnitude of the internal training load and the response of parameters associated with the level of stress (lactate and cortisol).

Keywords: lactate, cortisol, rating perceived exertion, internal training load

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo da "Caixa Preta". Traduzido de Viru & Viru (2000).....	17
Figura 2: Processo do treinamento. Traduzido de Impellizzeri et al. (2005).....	20
Figura 3: Escala de Borg CR10 adaptada por Foster et al. (2001).....	41
Figura 4: Tonelagem (TON) levantada em cada sessão do exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação ao FEM ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).....	55
Figura 5: Concentração de lactato sanguíneo aferida durante as duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação ao Pré ($p < 0,05$). (b) diferença significativa em relação ao P 2SS ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). Pré – pré-exercício. P 2SS – pós 2ª série de supino. P 4SS – pós 4ª série de supino. P 2SA – pós 2ª série de agachamento. P4SA – pós 4ª série de agachamento.....	57
Figura 6: Concentração de cortisol aferida antes (Pré) e depois (Pós) das duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).....	59
Figura 7: PSE da sessão aderida após as duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação à sessão 35% ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).....	62
Figura 8: Carga Interna de Treinamento (CIT) aferida nas duas sessões do exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. MASC – gênero	

masculino (n = 15), FEM – gênero feminino (n = 15) e TOTAL – total de participantes da amostra (n = 30) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).....64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: PSE entre séries aferida nas duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação à sessão realizada a 35% do valor de 1 RM ($p < 0,05$). (b) diferença significativa em relação a P 1SS e P 2SS ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). P 1SS – pós 1ª série de supino. P 2SS – pós 2ª série de supino. P 3SS – pós 3ª série de supino. P 4SS – pós 4ª série de supino. P 1SA – pós 1ª série de agachamento. P 2SA – pós 2ª série de agachamento. P 3SA – pós 3ª série de agachamento. P4SA – pós 4ª série de agachamento.60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA.....	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 TREINAMENTO DE FORÇA (TF)	15
3.2 ADAPTAÇÃO AO TREINAMENTO FÍSICO	17
3.3 MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA DE TREINAMENTO (CIT).....	21
3.3.1 Lactato	22
3.3.2 Cortisol.....	27
3.3.3 Percepção subjetiva de esforço (PSE)	33
3.3.3.1 PSE da sessão e carga interna de treinamento (CIT)	40
3.4 GÊNERO, CIT E PARÂMETROS ASSOCIADOS	44
4 OBJETIVOS.....	46
4.1 OBJETIVO GERAL	47
4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	47
5 MATERIAIS E MÉTODOS	48
5.1 AMOSTRA.....	48
5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO	48
5.3 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1 RM) PARA O EXERCÍCIO DE SUPINO.....	49
5.4 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1 RM) PARA O EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO	50
5.5 TONELAGEM (TON).....	51
5.6 COLETA DE AMOSTRA DE SANGUE	51
5.7 COLETA DE AMOSTRA SALIVAR	51
5.8 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)	52

5.9 CARGA INTERNA DE TREINAMENTO (CIT).....	53
5.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	53
6 RESULTADOS.....	54
7 DISCUSSÃO	65
8 CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS.....	85
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	96

1 INTRODUÇÃO

A força é reconhecidamente uma capacidade física fundamental para a realização das atividades da vida diária, além de ser determinante para a promoção e manutenção da saúde e da qualidade de vida. O reconhecimento da importância da força muscular popularizou o Treinamento de Força (TF), que atualmente é um componente imprescindível para qualquer programa de treinamento físico direcionado para saúde. Todavia, a eficiência do TF depende diretamente de alguns princípios básicos: a progressão, a variação e a especificidade dos estímulos (KRAEMER et al., 2002; RATAMESS et al., 2009).

A progressão do TF consiste no aumento gradual do nível de estresse aplicado sobre o organismo. Já é sabido que os processos de adaptação do corpo humano dependem do constante desafio do equilíbrio interno (VIRU, 1992; VIRU, 1994; IMPELLIZZERI et al., 2005). Portanto, é imprescindível que a sobrecarga aplicada seja devidamente ajustada - o que se conhece como progressão de estímulos, com o intuito de promover as adaptações desejadas. Existem várias maneiras de realizar a progressão da sobrecarga no TF, tais como: 1) o incremento da carga, 2) o aumento do número de repetições, 3) o aumento da velocidade de execução, 4) a redução da pausa entre as séries, 5) o aumento da tonelagem ($TON = \text{séries} \times \text{repetições} \times \text{carga [kg]}$), ou ainda 6) a combinação de todas essas variáveis (KRAEMER et al., 2002; RATAMESS et al., 2009).

Entre as diversas maneiras possíveis de promover a progressão dos estímulos, uma das mais utilizadas é o incremento da carga (aumento da intensidade). Um aspecto importante é que o aumento da intensidade do TF repercute em outras variáveis, tais como, o número de repetições, a velocidade da ação muscular e o intervalo entre as séries. Portanto, se espera que o aumento da carga levantada em um determinado exercício leve à redução do número máximo de repetições executadas com a carga anterior. Tais interações entre as variáveis do TF tornam a prescrição desse tipo de treinamento físico especialmente complexa, sobretudo ao se considerar a necessidade incondicional da progressão, variação e especificidade dos estímulos.

Haja vista o exposto até aqui, considera-se fundamental investigar o efeito da manipulação das variáveis do TF sobre as respostas do corpo humano,

possibilitando, assim, compreender a magnitude do estresse imposto ao organismo. Diversos parâmetros (subjetivos e objetivos) podem ser utilizados como indicadores do nível de estresse, como: o perfil hormonal (testosterona e cortisol) (ADLERCREUTZ et al. 1986; VIRU, 1992), a concentração de metabólitos (lactato e amônia) (VIRU, 1992; VIRU, 2000) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) (FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001).

O estudo de Simões et al. (2013) investigou como a concentração de lactato responde a diferentes intensidades do exercício de força. Os participantes realizaram o exercício de *leg press* com aumento progressivo de carga e repetições, até atingirem a exaustão. Tais pesquisadores observaram que, a partir de 30% do valor de uma repetição máxima (1 RM), a concentração de lactato sanguíneo aumentou exponencialmente. Além disso, a concentração de lactato sanguíneo em 30% do valor de 1 RM foi menor que 40% do valor de 1 RM. Da mesma maneira, a resposta do lactato observada a 40% do valor de 1 RM foi menor que a resposta a 50% do valor de 1 RM. Isso indica que a concentração de lactato sanguíneo estabelece uma relação linear com o aumento da intensidade do exercício de força.

Assim como os metabólitos, o perfil hormonal também pode ser utilizado para monitorar o estresse imposto pelo exercício de força. McGuigan et al. (2004) avaliaram a resposta do cortisol salivar após o exercício de força, a partir de duas sessões realizadas em intensidades diferentes (seis séries de 10 repetições a 75% do valor de 1 RM contra três séries de 10 repetições a 30% do valor de 1 RM). Foi observado aumento de 97% na concentração de cortisol salivar após a sessão realizada em alta intensidade, enquanto a sessão realizada em baixa intensidade não apresentou alteração. Esses achados indicam que a sessão realizada em maior intensidade promoveu de cortisol salivar, sugerindo que a intensidade prescrita determina o estresse imposto ao organismo.

O efeito da organização das variáveis intensidade e volume no exercício de força também pode ser associada à resposta da PSE. Day et al. (2004) investigaram a resposta da PSE da sessão, mensurada 30 minutos após o exercício de força em três diferentes intensidades: alta (4-5 repetições a 90% do valor de 1 RM), moderada (10 repetições a 70% do valor de 1 RM) e baixa (15 repetições a 50% do valor de 1 RM). O escore da PSE da sessão em intensidade alta foi maior que o da sessão em intensidade moderada, assim como o escore da PSE da sessão em intensidade moderada foi maior que o da sessão em intensidade baixa. Estes resultados indicam

que o escore da PSE da sessão acompanha o aumento da intensidade do exercício de força, independentemente do número de repetições realizadas.

A interação entre as variáveis do TF é complexa. Considera-se fundamental, portanto, investigar o efeito da interação entre a intensidade e o volume sobre as respostas subjetivas e objetivas ao nível de estresse imposto sobre o organismo, a fim de compreender a magnitude do estímulo. Segundo Impellizzeri et al. (2005), monitorar as respostas associadas ao estresse se justifica pelo fato de que este é o fator determinante para o surgimento das adaptações ao treinamento físico. Assim, o presente estudo avaliou o efeito de duas sessões de exercício de força executadas em diferentes intensidades (35% do valor de 1 RM *versus* 70% do valor de 1 RM) e volumes (10 repetições submáximas e cinco repetições submáximas) sobre a magnitude da carga interna de treinamento e a resposta de parâmetros fisiológicos (lactato e cortisol) associados ao nível de estresse imposto ao organismo, nos diferentes gêneros.

2 JUSTIFICATIVA

De acordo com modelo teórico proposto por Impellizzeri et al (2005) (Figura 2), o sucesso do processo de treinamento depende diretamente das respostas internas decorrentes do trabalho externo. Portanto, é importante investigar o efeito da manipulação das variáveis, que determinam o trabalho externo - como a intensidade e o volume - sobre as respostas internas de caráter subjetivo e objetivo. O avanço do conhecimento sobre as respostas internas a diferentes formas de prescrição do trabalho externo pode auxiliar na determinação do estímulo adequado, maximizando as chances de sucesso no processo de treinamento. A complexa interação entre as variáveis do TF (intensidade, volume, pausa, velocidade da ação, etc.) reforça a necessidade de monitorar as respostas internas, a fim de promover maior compreensão sobre o estímulo aplicado. No presente estudo, a organização das variáveis foi planejada com o intuito de equalizar a tonelagem (TON, importante indicador da CET) entre as duas sessões.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 TREINAMENTO DE FORÇA (TF)

O treinamento de força (TF) é uma das principais estratégias de treinamento físico, tendo como principal objetivo a melhora da aptidão física relacionada à saúde e a potencialização do desempenho atlético (KRAEMER et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Essa estratégia de treinamento físico é capaz de promover diversas adaptações, das quais se destacam: o aumento da força e o aumento ou preservação da massa magra (KRAEMER et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; RATAMESS et al., 2009).

Nas últimas décadas, o TF conquistou grande espaço nos programas voltados para promoção e manutenção da saúde (FEINGENBAUM; POLLOCK, 1999; DIETZ et al., 2012; REID et al., 2012; HASS et al., 2012; ZAVANELA et al., 2012). O reconhecimento do potencial terapêutico do TF se verifica na inclusão desse método de treinamento físico nas recomendações de diversas entidades da área. Alguns dos principais exemplos são o American College of Sports Medicine (ACSM) e o American Heart Association que desenvolveram recomendações específicas para a prescrição do TF destinadas a diferentes populações, como crianças, adultos, idosos, cardiopatas, hipertensos e diabéticos (FEINGENBAUM; POLLOCK, 1999; KRAEMER et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; RATAMESS et al., 2009; DIETZ et al., 2012; REID et al., 2012; HASS et al., 2012; CHANG et al., 2012). O surgimento de recomendações e diretrizes atesta a importância do TF para prevenir ou retardar o aparecimento de doenças e melhorar a qualidade de vida.

Em seu último posicionamento, o ACSM (RATAMESS et al., 2009) propôs alguns modelos de progressão para o TF direcionados aos adultos saudáveis. Esses modelos incluem força muscular, potência, hipertrofia e resistência muscular localizada. O modelo proposto pelo ACSM para o aumento da força muscular em indivíduos iniciantes recomenda o uso de múltiplas séries com 8 a 12 repetições máximas (RM). Para a progressão de indivíduos em nível intermediário (com cerca de seis meses de experiência) e em nível avançado (indivíduos com anos de experiência), é recomendado o uso de múltiplas séries entre 1 a 12 RM por meio de

um modelo periodizado, com eventual ênfase em cargas elevadas (1 a 6 RM). Nesse modelo, utilizam-se intervalos de 3 a 5 minutos entre as séries e moderada velocidade de contração (1 a 2 segundos para a fase concêntrica; 1 a 2 segundos para a fase excêntrica).

Com relação à hipertrofia, o posicionamento do *ACSM* recomenda cargas correspondentes de 1 a 12 RM, utilizando um modelo periodizado com ênfase na zona entre 6 a 12 RM. Entre as séries deve-se respeitar o intervalo de 1 a 2 minutos, e as repetições devem ser realizadas em velocidade moderada. O *ACSM* ainda sugere que os programas de treinamento com alto volume e múltiplas séries são mais eficientes para maximizar a hipertrofia.

O modelo proposto pelo *ACSM* para o desenvolvimento de potência é baseado em duas estratégias: 1) treinamento para o desenvolvimento da força (descrito acima) e 2) uso de cargas leves (zero a 60% do valor de 1 RM para exercícios de membros inferiores; 30% a 60% do valor de 1 RM para os exercícios de membros superiores) realizados em velocidade elevada, com 3 a 5 minutos de intervalo entre séries e múltiplas séries por exercício (3 a 5 séries).

Por fim, o modelo de progressão do *ACSM* para o aumento da resistência muscular localizada recomenda o uso de cargas leves (40% a 60% do valor de 1 RM) e elevado número de repetições (maior que 15), utilizando intervalos curtos entre séries (menor que 90 segundos). Para indivíduos em nível avançado é recomendado o sistema de múltiplas séries (10 a 25 repetições ou mais) com cargas variadas.

Os modelos propostos pelo *ACSM* (RATAMESS et al., 2009) reforçam a importância dos princípios do TF (progressão, variação e especificidade). A aplicação desses princípios ajuda a manipular, de forma apropriada, as variáveis agudas do treinamento (intensidade, volume, seleção e ordem dos exercícios, período de intervalo entre séries, velocidade da ação muscular, e frequência). Essa organização das variáveis agudas do treinamento é indispensável para garantir a progressão e a variação das cargas de treinamento e, em última instância, promover os resultados esperados (KRAEMER et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; RATAMESS et al., 2009).

De acordo com as recomendações do *ACSM*, é evidente que a prescrição do TF para cada um dos objetivos apontados demanda uma combinação específica das variáveis agudas (intensidade, volume, pausa, velocidade da ação, etc). Destas, a

intensidade é a que requer maior atenção, pois essa variável afeta diretamente o número de repetições, a velocidade da ação e pausa entre as séries.

3.2 ADAPTAÇÃO AO TREINAMENTO FÍSICO

Os mecanismos que governam o processo de adaptação ao treinamento físico ainda intrigam diversos pesquisadores da área. Apesar dos avanços da ciência no campo da biologia celular e molecular, muitos desses mecanismos ainda precisam ser mais investigados (COFFEY; HAWLEY, 2007; BAAR, 2009; BOUCHARD et al., 2011; EGAN; ZIERATH, 2013). Devido a esse cenário de incertezas, alguns pesquisadores utilizam o modelo teórico da “Caixa Preta” (Figura 1) (VIRU; VIRU, 2000). Já é bem aceito entre a comunidade científica o conceito de que o exercício físico promove diversos benefícios. Assim, no modelo mencionado, a informação de entrada (*input*) é o exercício físico e a informação de saída (*output*) é o benefício observado. Entretanto, os mecanismos responsáveis pela adaptação ao estímulo nem sempre são totalmente conhecidos. Um exemplo, é o processo de biogênese mitocondrial (*output*), descrito por Holloszy, em 1967, que é uma importante adaptação induzida pelo treinamento de *endurance* (*input*). Apesar de se conhecer bem as duas pontas do processo, o exato mecanismo envolvido nele começou a ser desvendado nos últimos anos (IRRCHEER et al., 2003; HOLLOSZY, 2004; JOSEPH et al., 2006; HOOD, 2009).

Figura 1: Modelo da "Caixa Preta". Traduzido de Viru & Viru (2000).

Em meados da década de 1930, Selye (1936) deu início ao campo de investigações sistematizadas sobre o processo de adaptação ao estresse (estímulo). Selye ganhou notoriedade pelos seus experimentos que serviram de base para elaboração conceitual da Síndrome da Adaptação Geral.

A Síndrome da adaptação Geral, conforme descrita por Selye, é composta de três estágios, incluindo a curta reação de alarme, seguida do prolongado período de resistência e, por fim, o posterior estágio de exaustão (SELYE, 1936). O primeiro estágio compreende o período de 6-48 horas após o início do agente estressor. Nesse momento, observa-se rápida diminuição do tamanho do timo, do baço, das glândulas linfáticas, e do fígado. Outras respostas verificáveis são a diminuição do tecido adiposo, a formação de edema no timo, a perda do tecido conjuntivo retroperitoneal, o acúmulo de transudato pleural e peritoneal, a perda de tônus muscular, a queda na temperatura corporal, a formação de úlceras no trato digestivo, especialmente no estômago, a perda de células do cortex da adrenal, a hiperemia cutânea e o aumento da lacrimação e salivação.

O segundo estágio, iniciado após 48 horas de ação do agente estressor, promove hipertrofia da glândula adrenal. O edema começa a desaparecer, numerosos basófilos aparecem na hipófise, a tireóide apresenta tendência de hiperplasia, o crescimento geral do corpo cessa e as gônadas tornam-se atróficas. Aparentemente, a hipófise anterior cessa a produção de hormônios do crescimento, gonadotróficos, tirotróficos e adrenotróficos, que são mais necessários em situações de emergência. Entretanto, se o agente estressor permanece cronicamente elevado, a capacidade de resposta ao estresse é atenuada ou perdida. Esse é o estágio de exaustão, que se assemelha ao primeiro. Porém, durante a fase de exaustão são observados efeitos indesejáveis, como doenças, ou, em caso extremos, o óbito.

A teoria de Selye inspirou cientistas do esporte, como o russo Yakovlev que, em meados da década de 50, propôs o fenômeno da Supercompensação (YAKOVLEV, 1955). Segundo Yakovlev, o efeito da Supercompensação consiste em uma dinâmica do processo de recuperação após o estímulo (estresse), em que o organismo exibe propriedades que ultrapassam o estado de equilíbrio, caracterizando a resposta de Supercompensação. Após essa fase, ocorre um retorno gradual ao estado de equilíbrio. Yakovlev defendia que a Supercompensação ocorre após estímulos superiores a um determinado limiar. Posteriormente, Bergström et al (1967) comprovaram a existência da resposta de

Supercompensação. Para tanto, estes pesquisadores realizaram um experimento envolvendo manipulação dietética para corredores. O experimento teve duas fases: na primeira foi administrada uma dieta com restrição de carboidratos (1500kcal provenientes de lipídios e 1500kcal de proteínas) e na segunda, foi administrada uma dieta rica em carboidratos (2300kcal provenientes de carboidratos e 500kcal de proteínas). Após o período de três dias sob cada dieta, foi realizado um teste em ciclo ergômetro até a exaustão. No teste realizado após a dieta rica em carboidratos, observou-se o aumento no tempo para a exaustão, comparado ao teste realizado após o período de dieta pobre em carboidratos. Associou-se esse aumento de desempenho ao aumento do estoque de glicogênio muscular após a dieta rica em carboidratos. Os autores desse estudo especularam que a fase de privação de carboidratos estimularia o processo de síntese de glicogênio, embora, nesse momento, não houvesse substrato (glicose) suficiente. Já na fase seguinte a maior oferta de carboidrato, em conjunto com a estimulação da síntese causada pela prévia privação, seria responsável pelo aumento do estoque de glicogênio. Esse fenômeno ficou conhecido como Supercompensação do estoque de glicogênio muscular.

Outro modelo apresentado por Viru baseia no conceito da “Síntese Proteica Adaptativa”. Proposto na década de 1990, esse modelo sugere que o estímulo do treinamento causaria acúmulo de metabólitos e alterações hormonais que induziriam a síntese de proteínas estruturais ou funcionais. Essas proteínas seriam responsáveis por tornar as estruturas celulares mais ativadas e vias metabólicas mais eficientes (VIRU, 1992). Assim, o efeito adaptativo ocorreria por meio da renovação das estruturas celulares e pelo aumento da síntese de enzimas (VIRU, 1992).

A proposta teórica mais recente que pretende explicar como o exercício promove adaptações no organismo foi apresentada por Impellizzeri e colaboradores, em 2005 (IMPELLIZZERI et al., 2005). De acordo com esse modelo, as adaptações induzidas pelo treinamento físico-esportivo são decorrentes do nível de estresse imposto ao organismo, denominado pelos autores como a carga interna de treinamento (CIT). A magnitude da CIT é determinada, principalmente, pelo trabalho externo realizado, denominado de carga externa de treinamento (CET). Impellizzeri et al. (2005) ainda ressaltam que a CIT também é influenciada pelas características individuais como o nível de condicionamento físico e o potencial genético. Já a CET

está relacionada à qualidade (intensidade), à quantidade (volume) e à periodização do treinamento físico-esportivo.

Esse paradigma propõe que a combinação da CET com as características individuais determinará a magnitude da CIT. Esta, em última instância, será a responsável pelo surgimento das adaptações desejadas e pelo aumento do desempenho (Figura 2).

Figura 2: Processo do treinamento. Traduzido de Impellizzeri et al. (2005)

Uma evidência que suporta esse modelo pode ser observada, por exemplo, no estudo conduzido por Goto et al. (2005). Esses pesquisadores investigaram o impacto do exercício de força nas respostas metabólicas e hormonais sobre adaptações crônicas – mais especificamente, ganho de força e hipertrofia. Esses autores compararam o efeito agudo e crônico de dois protocolos: o primeiro com séries contínuas (SC) e o segundo com séries com interrupção (SI). A amostra foi composta por 26 participantes submetidos aos protocolos SC, SI ou controle. O protocolo SC consistiu de três a cinco séries de 10 repetições máximas, com intervalo de um minuto entre séries para os exercícios *pulley* frente, desenvolvimento de ombros e extensão de joelhos. No protocolo SI, os participantes foram submetidos ao mesmo protocolo do grupo SC, porém, foi respeitado o intervalo de 30 segundos exatamente na metade de cada série de cada exercício, com o intuito de reduzir o estresse metabólico provocado pelo exercício. As respostas hormonal (GH) e metabólica (lactato) agudas foram mensuradas para ambos os protocolos. O protocolo SC promoveu maior magnitude de respostas metabólicas e endócrinas em comparação ao protocolo SI. Além disso, após 12

semanas de TF, o protocolo SC promoveu maior aumento na força (máxima, isométrica e resistência) em comparação ao protocolo SI. O protocolo SC também apresentou acentuado aumento na área de secção transversa, enquanto os grupos CI e controle não tiveram alteração. Esses resultados sugerem que o estresse metabólico provocado pelo exercício de força confirmado pela resposta aguda dos metabólitos (lactato) e hormônios (GH) está associado ao nível de resposta crônica (força e hipertrofia). Essa elegante investigação (Goto et al., 2005) sustenta o modelo teórico do processo de treinamento proposto por Impellizzeri et al. (2005). Trata-se de um modelo que relaciona a prescrição do exercício físico (CET) com a magnitude do estresse imposto ao organismo (CIT) e o consequente surgimento das adaptações desejadas, como o aumento da força e área de secção transversa. Nesse contexto, se torna imprescindível monitorar a CIT, haja vista que esta se relaciona às adaptações promovidas pelo exercício de força.

3.3 MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA DE TREINAMENTO (CIT)

O monitoramento da CIT pode servir como ferramenta de retroalimentação para o planejamento do treinamento físico, auxiliando na prescrição do exercício. Por exemplo, quando uma determinada CET é implementada, é esperada uma resposta interna (CIT). Se a mesma CET for aplicada, posteriormente, e a resposta interna (CIT) for menor que a observada inicialmente, isso significa que o estímulo externo (CET) foi insuficiente e precisa ser ajustado. A situação inversa também é verdadeira, ou seja, caso a mesma CET seja novamente implementada em outro momento e a resposta da CIT for maior, esse cenário pode indicar que é necessário maior período de recuperação entre as sessões de treinamento, por exemplo. Portanto, o comportamento da CIT em decorrência da CET planejada pode fornecer informações relevantes sobre o processo de treinamento físico. Esse monitoramento pode auxiliar no planejamento e na prescrição de estímulos adequados, maximizando as adaptações desejadas e, ainda, atenuando a ocorrência de efeitos indesejáveis, tais como, o nível de adaptação sub-ótimo, as lesões, o *overreaching* não funcional e o *overtraining* (URHAUSEN et al., 1995; FRY et al., 1992; FOSTER et al., 1998; BUDGET, 1998; BORRESEN; LAMBERT, 2009; ISSURIN, 2010). Nesse

contexto, é inquestionável a importância do monitoramento da CIT, a fim de maximizar a eficiência do treinamento físico/esportivo (IMPELLIZZERI et al., 2005; BORRESEN; LAMBERT, 2009).

Diversos parâmetros podem ser associados a CIT, como por exemplo, o perfil hormonal (testosterona e cortisol), a concentração de metabólitos (lactato e amônia), o comportamento da frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço (PSE) (VIRU, 1992; VIRU, 2000; IMPELLIZZERI et al., 2004; COUTTS et al., 2007; CHARRO et al., 2010; SCHERR et al., 2013).

3.3.1 Lactato

A utilização de metabólitos como o lactato para monitorar a intensidade do exercício teve início na década de 1920. Os estudos iniciais de Hill (1925) e Meyerhof (1927) tiveram como foco o comportamento do lactato sanguíneo em resposta ao exercício físico.

Formado a partir do piruvato produzido, o lactato é o produto final da degradação anaeróbia da glicose. Em situações nas quais as demandas energéticas ultrapassam tanto o suprimento de oxigênio como sua capacidade de utilização, a glicose é rapidamente degradada para fornecer energia, formando o lactato por meio de uma reação reversível (NELSON; COX, 2011). A partir desses conhecimentos, as mensurações do lactato sanguíneo foram, frequentemente, utilizadas para determinar a contribuição da glicólise anaeróbia na produção de energia durante o exercício. Além disso, o comportamento do lactato foi associado ao aumento da intensidade do exercício físico.

Lagally et al. (2002b) avaliaram o comportamento do lactato sanguíneo em resposta ao exercício de força. As participantes (20 jovens mulheres) realizaram uma única série do exercício de rosca direta em três diferentes intensidades 30%, 60% e 90% do valor de 1 RM. Distribuídas de forma aleatória, as participantes levantaram a mesma TON nas sessões realizadas em diferentes intensidades pela variação do número de repetições (quatro repetições foram realizadas a 90% do valor de 1 RM, seis repetições a 60% do valor de 1 RM e 12 repetições a 30% do valor de 1 RM). Amostras de sangue foram coletadas antes e após cada intensidade

e analisadas para a concentração de lactato sanguíneo. Foi observado aumento do lactato sanguíneo após cada uma das séries nas três intensidades, sendo detectada diferença significativa entre 30% e 90% do valor de 1 RM. Não houve diferença significativa entre as séries realizadas em 30% e em 60% do valor de 1 RM e entre as séries realizadas em 60% e 90% do valor de 1 RM. Os resultados desse estudo reforçam a relação entre o aumento da intensidade do exercício de força (parâmetro de CET) e o aumento do lactato sanguíneo (parâmetro fisiológico associado à CIT). Apesar do número de repetições ter sido menor nos protocolos de maior intensidade (quatro repetições a 90%, seis repetições a 60% e 12 repetições a 30% do valor de 1 RM), mesmo assim, a maior intensidade parece ter sido determinante para a resposta metabólica observada entre os protocolos.

Em contraposição, Charro et al. (2010) observaram resposta metabólica semelhante após duas sessões de exercício de força, utilizando métodos diferentes: múltiplas séries (MS) e pirâmide (P). Nesse estudo, 10 sujeitos foram submetidos a duas sessões de treinamento (MS e P) compostas por três exercícios cada (supino, *pec-deck* e supino declinado). Apesar da diferente organização, a TON foi equalizada entre as duas sessões. A resposta metabólica avaliada por meio da concentração de lactato foi determinada antes e após cada sessão. A concentração de lactato aumentou, de forma semelhante, em ambas as sessões (P e MS). Esses achados sugerem que a resposta metabólica das sessões de exercício de força não sofreu influência da organização dos métodos P ou MS. A equalização da TON pode ter sido responsável pela resposta similar entre os parâmetros associados à CIT.

Thornton et al. (2011) também investigaram a concentração de lactato sanguíneo em resposta a duas sessões do exercício de força, uma com baixa intensidade e outra com alta intensidade, realizadas com a mesma TON. Para isso, 10 jovens mulheres realizaram uma sessão controle (SC), uma sessão com três séries de 15 repetições a 45% do valor de 8 RM (baixa intensidade = BI) e uma sessão com três séries de oito repetições a 85% do valor de 8 RM (alta intensidade = AI), ambas com um minuto de intervalo entre as séries. As sessões BI e AI foram compostas pelos mesmos exercícios: supino, extensão de tríceps, desenvolvimento, *leg press*, supino inclinado, *pulley* frente, flexão de joelhos, extensão de joelhos e rosca bíceps. A concentração de lactato sanguíneo foi avaliada antes, imediatamente após, e 15 e 30 minutos após cada sessão. A concentração de lactato sanguíneo imediatamente após e 15 minutos após foi maior em ambas as

intensidades (BI e AI) em comparação à situação de repouso (grupo controle). Entretanto, nenhuma diferença foi encontrada entre as sessões BI e AI. Esses achados sugerem que a organização utilizada nas duas sessões (BI: 15 repetições a 45% do valor de 8 RM *versus* AI: oito repetições a 85% do valor de 8 RM) não foi determinante para a resposta do lactato sanguíneo. Novamente, a equalização da TON emerge como possível fator determinante para a resposta do lactato sanguíneo. Esses resultados corroboram os achados de Charro et al. (2010) que observaram semelhante resposta da concentração de lactato após sessões realizadas com diferentes delineamentos, mas com a mesma TON. Em conjunto, esses achados sugerem que a TON desempenha um importante papel na modulação da resposta metabólica aguda.

Outros estudos também investigaram a relação entre a intensidade do exercício de força e o comportamento do lactato. Buitrago et al. (2012) avaliou a resposta do lactato em 10 jovens treinados submetidos a três diferentes intensidades combinadas com quatro diferentes manipulações do tempo de contração, formando 12 diferentes protocolos. A concentração de lactato sanguíneo aumentou após todos os 12 protocolos realizados. Porém, não foi observado nenhum efeito do tempo de contração sobre a resposta do lactato. Além disso, os protocolos de baixa intensidade (realizados a 55% do valor de 1 RM) em comparação aos de moderada intensidade (realizados a 70% do valor de 1 RM) apresentaram maior resposta do lactato. Da mesma maneira, a concentração de lactato foi maior para os protocolos de moderada intensidade em relação aos de alta intensidade (realizados a 85% do valor de 1 RM). É importante destacar que a TON foi maior para o protocolo realizado em baixa intensidade em comparação aos realizados em moderada e alta intensidades. O protocolo executado em moderada intensidade também apresentou maior TON que o protocolo em alta intensidade. Esses resultados sugerem que a resposta do lactato sanguíneo (parâmetro associado a CIT) é bastante dependente do planejamento da sessão (CET), mais especificamente da TON.

Posteriormente, Buitrago et al. (2013) compararam o tempo de trabalho concêntrico total de quatro diferentes protocolos de treinamento sobre a resposta de lactato sanguíneo. Para isso, 10 jovens homens treinados realizaram uma única série até a exaustão no exercício de supino em cada um dos protocolos: resistência de força (RF), resistência de força rápida (RFR), hipertrofia (H) e força máxima (F).

Os protocolos foram realizados em momentos separados por um período de 48 horas e distribuídos aleatoriamente entre os participantes. Foram coletadas amostras de sangue antes e depois de cada sessão. Em cada um dos protocolos, utilizou-se uma distribuição temporal diferente nas ações de contração. O protocolo RF foi realizado a 55% do valor de 1 RM seguindo a orientação 4-1-4-1 (quatro segundos de ação concêntrica, um segundo de ação isométrica, quatro segundos de ação excêntrica, um segundo de ação isométrica). O protocolo RFR foi realizado a 55% do valor de 1 RM seguindo a orientação velocidade máxima-1-1-1 (máxima velocidade concêntrica, um segundo de ação isométrica, um segundo de ação excêntrica e um segundo de ação isométrica). O protocolo H foi realizado a 70% do valor de 1 RM seguindo a orientação 2-1-2-1 (dois segundos de ação concêntrica, um segundo de ação isométrica, dois segundos de ação excêntrica e um segundo de ação isométrica). O protocolo F foi realizado a 85% do valor de 1 RM seguindo a orientação velocidade máxima-1-1-1 (máxima velocidade concêntrica, um segundo de ação isométrica, um segundo de ação excêntrica e um segundo de ação isométrica). O tempo de contração em trabalho concêntrico total foi maior para RFR em comparação a F, RF e H. O protocolo F também apresentou maior volume de trabalho concêntrico que RF, e não houve diferença para essa variável entre RF e H e entre H e F. O protocolo RFR (menor intensidade e maior tempo de contração) apresentou maior concentração de lactato sanguíneo que F (maior intensidade e menor tempo de contração) e nenhuma diferença foi encontrada entre os protocolos RF e H. A maior concentração de lactato sanguíneo em RFR indica o possível efeito do tempo e modo da ação muscular. Entretanto, essa hipótese necessita de investigações adicionais para ser comprovada.

A relação entre a intensidade do exercício de força e a resposta do lactato sanguíneo também tem sido investigada sob a perspectiva de determinação da intensidade correspondente ao limiar anaeróbio no exercício de força (SIMÕES et al., 2013). Simões et al. (2013) procuraram identificar o limiar anaeróbio no exercício de força pela determinação da concentração do lactato sanguíneo. Para isso, foram submetidos 14 homens jovens e 14 homens idosos ao exercício de *leg press* com a carga inicial de 10% do valor de 1 RM, com subsequente aumento de 10% do valor de 1 RM até a exaustão. Em cada valor percentual de 1 RM, os participantes permaneceram realizando o exercício durante o período de dois minutos com o ritmo controlado (12 repetições por minuto até a fadiga). Foi respeitado o período de

recuperação de cinco minutos entre cada momento de progressão da carga. Amostras de sangue foram coletas antes do início da sessão e imediatamente no início do período de recuperação entre os incrementos de carga. Para determinar o limiar anaeróbio, as curvas de lactato foram geradas para cada participante e analisadas independentemente por dois pesquisadores. O limiar anaeróbio foi definido como a intensidade inicial à qual a concentração de lactato sanguíneo aumentou exponencialmente. Todos os participantes, jovens ou idosos, conseguiram atingir a intensidade de, no mínimo, 50% do valor de 1 RM. A intensidade correspondente ao limiar anaeróbio foi de aproximadamente 30% do valor de 1 RM em ambos os grupos. Não houve diferença na concentração de lactato sanguíneo entre o repouso e 10% e 20% do valor de 1 RM. Entretanto, 30% do valor de 1 RM foi menor que 40% do valor de 1 RM e 40% do valor de 1 RM foi menor que 50% do valor de 1 RM. Esses resultados indicam que o aumento da intensidade é acompanhado pela elevação da concentração de lactato sanguíneo, sugerindo que a forma de prescrição da CET se reflete na CIT.

Rogatzki et al. (2013) avaliaram a resposta de concentração de lactato sanguíneo em protocolos realizados em diferentes intensidades, porém com similar TON. Os participantes, 16 homens treinados, foram submetidos a três protocolos: Resistência (R), Força Máxima (F) e Hipertrofia (H). O protocolo R consistiu de duas séries de 20 repetições a 53% do valor de 1 RM com 45 segundos de intervalo entre séries. O protocolo F consistiu de cinco séries de cinco repetições a 85% do valor de 1 RM com 180 segundo de intervalo entre séries) e o protocolo H consistiu de três séries de 10 repetições a 70% do valor de 1 RM com 120 segundos de intervalo entre séries. Os protocolos foram realizados com intervalo entre três e sete dias em ordem aleatória. A concentração de cortisol foi avaliada cinco minutos antes e cinco minutos após cada um dos protocolos. Foi detectada diferença significativa entre delta (valor pós – valor pré) da concentração de lactato no protocolo R em comparação ao protocolo F. Com relação ao protocolo H, não foi detectada diferença no delta da concentração de lactato em comparação com os demais protocolos (R e F). Esses autores defendem a hipótese de que o maior número de repetições e o menor intervalo de tempo entre séries no protocolo R foram determinantes para a resposta de lactato observada. Mesmo com a TON equalizada entre os protocolos, a maior densidade de treinamento (razão tempo de trabalho/tempo de recuperação) no protocolo R pode ter promovido a diferença

observada no delta da concentração de lactato no protocolo R em comparação ao protocolo F. Esses resultados sugerem que o delineamento da sessão (CET) influencia o padrão de resposta do lactato (parâmetro associado a CIT), mesmo em protocolos utilizando semelhante TON.

Além da concentração de lactato sanguíneo, outros parâmetros fisiológicos associados à CIT, como o perfil hormonal, também têm sido investigados em resposta ao exercício de força.

3.3.2 Cortisol

Os primeiros estudos que relacionaram a magnitude do estímulo associado ao exercício físico à resposta hormonal surgiram na década de 1980. Adlercreutz et al. (1986) defenderam que a redução superior a 30% na relação testosterona para cortisol após a sessão de treinamento indicaria que a sobrecarga imposta na sessão foi excessiva.

Em resposta ao estresse imposto ao organismo pelo exercício, ocorre o aumento do tônus do sistema nervoso simpático, resultando na ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA) (SELYE, 1936; VIRU, 1992). A partir da secreção dos hormônios hipotalâmicos liberadores, a pituitária é estimulada a secretar o hormônio adeno-corticotrófico (ACTH). O ACTH, por sua vez, promove a secreção de glicocorticoides pelo córtex adrenal. O cortisol, o principal glicocorticoide proveniente do córtex supra-renal, é responsável por alterar profundamente o metabolismo dos substratos energéticos – glicose, aminoácidos e ácidos graxos livres (SELYE, 1936; VIRU, 1992). A resposta do cortisol é um importante marcador da resposta do organismo ao estímulo estressor. A partir desta ideia inicial de relacionar a concentração hormonal à carga de treinamento (ADLERCREUTZ ET AL., 1986), foram investigadas diferentes formas de manipulação das variáveis agudas do TF.

O perfil hormonal em resposta ao exercício de força foi avaliado por Ahtiainen et al. (2003). Esses pesquisadores submeteram 16 homens jovens treinados a dois protocolos. O primeiro protocolo utilizou repetições máximas (RM) e o segundo utilizou repetições forçadas (RF). O protocolo RM foi composto por quatro séries de

leg press, duas séries de agachamento e duas séries de extensão de joelhos, realizados com 12 RM com dois minutos de intervalo entre séries e quatro minutos entre exercícios. O protocolo RF foi constituído dos mesmos exercícios, com carga inicial aproximadamente 15% maior que a utilizada no protocolo de RM. Após a falha concêntrica, os participantes receberam assistência para realizarem as últimas repetições até completarem 12 repetições forçadas por série. Sendo assim, a intensidade foi maior e RF que em RM. A TON levantada foi calculada por meio da multiplicação entre a carga utilizada, as séries e as repetições. As sessões foram distribuídas aleatoriamente entre os participantes e foi respeitado o período de duas semanas de intervalo entre as sessões. Em ambos os protocolos, a concentração de testosterona, cortisol e GH foi maior no momento pós-sessões, se comparado ao momento pré-sessões. Porém, a concentração de cortisol e GH foi maior em RF em comparação a RM. Não houve diferença para testosterona entre os protocolos. O protocolo RF foi realizado em maior intensidade e também apresentou maior TON em comparação ao RM. Isso indica que as respostas hormonais (indicador da CIT) são dependentes da manipulação das variáveis do TF (CET).

Com o intuito de avaliar o efeito de diferentes protocolos do TF sobre a testosterona, o cortisol e o hormônio do crescimento (GH), Smilios et al. (2003) submeteram 11 jovens do gênero masculino a um protocolo de força máxima (F), um protocolo de hipertrofia (H) e um protocolo de resistência muscular (R). O protocolo F consistiu de cinco repetições a 88% do valor de 1 RM com três minutos de intervalo entre séries, o protocolo H consistiu de 10 repetições a 75% do valor de 1 RM com dois minutos de intervalo entre séries e o protocolo R consistiu de 15 repetições a 60% do valor de 1 RM com um minuto de intervalo entre séries. Todos sujeitos realizaram oito sessões. Os protocolos F e H foram realizados com duas, quatro e seis séries, enquanto o protocolo R foi realizado utilizando sessões com duas e quatro séries. A concentração hormonal foi avaliada antes, imediatamente após, e 15 e 30 minutos após o exercício. Nos protocolos H e R, as concentrações de cortisol e GH foram maiores nas sessões com quatro séries, quando comparadas às sessões com duas séries. Vale mencionar que o maior número de séries está associado a maior quantidade de trabalho (J) executado. As concentrações de cortisol e GH foram maiores em R e H comparado a F somente quando quatro e seis séries foram realizadas. Mais uma vez, o trabalho executado (J) exerceu influência sobre a resposta hormonal, uma vez que os protocolos R e H apresentaram maior

quantidade de trabalho (J) em comparação ao protocolo F. A concentração de GH foi maior em R em comparação a H, somente quando duas ou quatro séries foram realizadas. Novamente, o protocolo R apresentou maior quantidade de trabalho em comparação ao H. Esses resultados sugerem que a quantidade de trabalho total (parâmetro associado à CET) afeta as respostas hormonais (parâmetro associado à CIT). Apesar do protocolo R ser executado em menor intensidade, no entanto com maior volume (número de repetições), esse protocolo apresentou maior trabalho realizado e maior magnitude de respostas hormonais. Em contrapartida, o protocolo F (maior intensidade e menor número de repetições) foi menos eficiente no sentido de induzir respostas endócrinas.

Outro estudo que investigou a resposta do cortisol salivar no exercício de força foi conduzido por McGuigan et al. (2004). Estes pesquisadores submeteram 17 sujeitos (oito homens e nove mulheres) a duas sessões de exercícios realizadas em intensidades diferentes (75% do valor de 1 RM contra 30% do valor de 1 RM). A sessão realizada em alta intensidade utilizou os exercícios de supino e agachamento, ambos compostos por seis séries de 10 repetições a 75% do valor de 1 RM. A sessão realizada em baixa intensidade consistiu dos mesmos exercícios com o mesmo intervalo entre séries, porém com três séries de 10 repetições a 30% do valor de 1 RM. Amostras de saliva foram coletadas antes, imediatamente e 30 minutos após cada sessão. As sessões foram distribuídas de forma aleatória com um período de, no mínimo, 72 horas de intervalo. Foi observado aumento de 97% na concentração de cortisol salivar após a sessão realizada em alta intensidade. Nenhuma diferença foi detectada na sessão realizada em baixa intensidade, em nenhum dos momentos avaliados. Esses achados indicam que a sessão com maior CET (seis séries de 10 repetições a 75% do valor de 1 RM) promoveu maior secreção de cortisol salivar (parâmetro associado a CIT). Novamente, esses dados reforçam a hipótese de que a manipulação da CET afeta a magnitude da CIT, sendo que a sessão com maior magnitude de CET promoveu maiores respostas internas.

Já Crewther et al. (2008) avaliaram o perfil hormonal em 11 jovens do gênero masculino recreacionalmente treinados, que foram submetidos a três protocolos diferentes: potência (P), hipertrofia (H) e força máxima (F), aleatoriamente separados por um período de dois a três dias. O protocolo P consistiu de oito séries de seis repetições a 45% do valor de 1 RM com três minutos de intervalo entre séries utilizando a máxima velocidade de execução. O protocolo H consistiu de 10 séries

de 10 repetições a 75% do valor de 1 RM com dois minutos de intervalo entre séries com velocidade de execução controlada (1,5 segundos na fase concêntrica e 1,5 segundos na fase excêntrica). O protocolo F consistiu de seis séries de quatro repetições a 88% do valor de 1 RM com quatro minutos de intervalo controlando a fase excêntrica e executando a máxima velocidade de execução durante a fase concêntrica. Para determinar a relativa importância das diferentes variáveis do treinamento, esses esquemas foram equalizados pela duração da sessão, com o protocolo P e F também equalizados pela TON. Para todos os protocolos, o exercício de supino antecedeu o exercício de agachamento com metade das séries realizadas em cada exercício. As respostas de testosterona e cortisol pós-exercício foram maiores no protocolo H comparado aos protocolos P e F. Os níveis de testosterona e cortisol aumentaram após a execução do protocolo H e não houve diferença entre os protocolos P e F. Embora, os protocolos tivessem a mesma duração, a diferente manipulação das séries, repetições, carga, intervalo de recuperação e velocidade de execução entre os protocolos influenciaram diferentemente as respostas hormonais (por exemplo, maior resposta do hormônio cortisol em resposta ao protocolo H em comparação aos protocolos P e F), mesmo assim, os protocolos P e F apresentaram níveis semelhantes de testosterona e cortisol, sugerindo que a diferente manipulação dessas variáveis (CET) entre os protocolos P e F pode reproduzir semelhantes respostas hormonais (parâmetro associado à CIT). Uma possível explicação para esse padrão de resposta pode estar relacionado ao fato de a TON ter sido equalizada. Essa manipulação da CET (equalização da carga levantada nos protocolos P e F) tornaria os estímulos externos semelhantes, o que explicaria a resposta hormonal similar entre os dois protocolos. Essa hipótese também pode ser reforçada pelo fato da maior resposta hormonal ter sido observada para o protocolo de treinamento com maior VTLC, no caso, o protocolo H.

Seguindo a mesma linha de investigação, McCaulley et al. (2009) determinaram a resposta hormonal em três protocolos diferentes com a mesma TON. Para isso, 10 homens jovens, recreacionalmente treinados, foram submetidos a um protocolo de hipertrofia (H), um protocolo de força (F), um protocolo de potência (P) e uma sessão controle, utilizando o delineamento cruzado. O protocolo H incluiu quatro séries de 10 repetições no exercício de agachamento a 75% do valor de 1 RM com 90 segundos de intervalo. O protocolo F incluiu 11 séries de três

repetições de agachamento a 90% do valor de 1 RM com cinco minutos de intervalo e o protocolo P incluiu oito séries de seis repetições de *jump squats* sem carga com três minutos de intervalo entre séries. A concentração dos hormônios testosterona e cortisol foi determinada antes de cada sessão, imediatamente após, 60 minutos após, 24 horas após, e 48 horas após cada sessão. A única alteração observada nos hormônios avaliados (testosterona e cortisol) foi detectada após a sessão H (aumento de 32,3% para testosterona e 12,4% para cortisol, imediatamente após). Esses resultados sugerem que a organização utilizada na sessão H foi determinante para a resposta hormonal, apesar da equalização da TON.

Há também outra investigação que avaliou a resposta hormonal após diferentes protocolos do TF. No estudo de Uchida et al. (2009), 27 homens treinados (mínimo um ano de experiência), foram distribuídos aleatoriamente, em quatro sessões com a mesma TON, utilizando o exercício de supino. As sessões consistiram de: quatro séries de repetições máximas a 50% do valor de 1 RM (50% do valor de 1 RM), cinco séries de repetições máximas a 75% do valor de 1 RM (75% do valor de 1 RM), 10 séries de repetições máximas a 90% do valor de 1 RM (90% do valor de 1 RM) ou oito séries de repetições máximas a 110% do valor de 1 RM (110% do valor de 1 RM), somente com ações excêntricas. O intervalo entre séries teve duração de dois minutos para todos os protocolos. Amostras de sangue foram coletas antes do exercício, após 1h e após 24h. Houve diferença na concentração de cortisol apenas no período após o exercício (aumento de 20%) em resposta ao protocolo realizado a 75% do valor de 1 RM. Essa resposta foi maior que a de todos os outros protocolos. Uma explicação plausível para essa resposta é a maior densidade do estímulo (razão tempo de trabalho/ tempo de recuperação) associada ao protocolo executado a 75% do valor de 1 RM, uma vez que o intervalo de recuperação se manteve constante entre os todos os protocolos. Esses achados sugerem que o planejamento da sessão de treinamento (CET) influencia a resposta hormonal (parâmetro associado a CIT), avaliada por meio da concentração de cortisol.

Em seu estudo, Charro et al. (2010) compararam o efeito de dois métodos de TF - Múltiplas Séries (MS) e Pirâmide (P) - sobre o perfil hormonal. Nesse estudo, 10 sujeitos foram submetidos a duas sessões de treinamento (MS e P), compostas por três exercícios cada (supino, *pec-deck* e supino declinado). A TON foi equalizada entre as sessões. As sessões de treinamento foram realizadas com o intervalo de 14

dias e distribuídas de forma aleatória. As respostas hormonais (insulina plasmática, hormônio do crescimento [GH], testosterona e cortisol) foram avaliadas antes e após cada sessão. O hormônio insulina, o GH e o cortisol aumentaram após ambas as sessões de exercícios. Apesar disso, não houve diferença entre P e MS. Esses achados sugerem que as respostas hormonais não sofreram influência da diferente organização dos métodos P ou MS. Possivelmente, a equalização da TON (importante indicador da CET) pode ter sido responsável pela resposta similar entre os parâmetros associados à CIT.

Outra investigação também avaliou a resposta hormonal, porém utilizando como amostra atletas de elite do sexo feminino. No estudo de Nunes et al. (2011) foi avaliada a resposta hormonal após três protocolos de TF: resistência (R), força-hipertrofia (FH) e potência (P). Em decorrência da necessidade de aprimorar diferentes manifestações da força nas atletas, o delineamento de cada sessão foi distinto. Utilizando os mesmos exercícios (supino, agachamento e flexão de cotovelo), o protocolo R consistiu de quatro séries de 12 repetições a 60% do valor de 1 RM com um minuto de intervalo entre séries. O protocolo FH consistiu de uma série de 5 RM, uma série de 4 RM, uma série de 3 RM, uma série de 2 RM e uma série de 1 RM com três minutos de intervalo, seguido por três séries de 10 RM com dois minutos de intervalo, e o protocolo P consistiu de três séries de 10 repetições a 50% do valor de 1 RM com três minutos de intervalo. Em função da organização adotada, o protocolo FH apresentou a maior TON em comparação aos outros protocolos R e P. Amostras de saliva foram coletadas às 7h30 (pré-exercício) às 9h30 (pós-exercício), e às 17h30 horas. Amostras de saliva também foram coletadas nesses horários em um dia sem exercícios, sendo essa considerada a coleta da linha de base. As sessões foram separadas por um período de, no mínimo, sete dias e, no máximo, 14 dias. As amostras foram analisadas para testosterona e cortisol. Nenhuma diferença foi observada para o hormônio testosterona. A concentração de cortisol pós-exercício aumentou em todos os protocolos em comparação ao valor da linha de base. No entanto, apenas o protocolo FH apresentou maior concentração de cortisol pós-exercício quando comparado ao período pré-exercício. Esses achados indicam que a manipulação da CET entre os protocolos utilizados está diretamente relacionada com a resposta hormonal (parâmetros associados a CIT), considerando que o protocolo com maior TON (maior CET) promoveu maior resposta do cortisol (parâmetro associado à CIT).

Posteriormente, Leite et al. (2011) investigaram as respostas hormonais em 10 homens treinados submetidos a diferentes sessões do exercício de força. Todos os participantes completaram dois protocolos experimentais com diferentes volumes (seis repetições a 80% do valor de 1 RM contra 12 repetições a 80% do valor de 1 RM). O primeiro protocolo consistiu de três séries de seis repetições a 80% do valor de 1 RM, com dois minutos de intervalo entre séries e exercícios. O segundo protocolo consistiu de três séries de 12 repetições a 80% do valor de 1 RM, com dois minutos de intervalo entre séries e exercícios. Os protocolos foram separados por sete dias e ambos foram compostos pelos mesmos exercícios: supino, *leg press*, *pulley* frente, flexão de joelho, elevação lateral e extensão de joelho. Antes e imediatamente após cada sessão, amostras de sangue foram coletadas para análise dos níveis de testosterona, GH e cortisol. Foi observado aumento nas concentrações de testosterona e GH em ambos os protocolos (seis repetições a 80% do valor de 1 RM e 12 repetições a 80% do valor de 1 RM) quando comparados aos valores pré-sessão. Entretanto, no momento posterior à sessão, foi observada maior resposta hormonal (aumento do GH, aumento do cortisol e redução da relação testosterona/cortisol) para o protocolo com 12 repetições a 80% do valor de 1 RM em comparação ao protocolo com seis repetições a 80% do valor de 1 RM. Não houve diferença para testosterona entre os dois protocolos. É importante mencionar que o protocolo com maior volume de repetições também apresentou maior TON. Os resultados confirmam que o volume do TF (parâmetro relacionado à CET) pode ser um importante fator na modulação da resposta hormonal aguda (marcador de CIT)

Os estudos apresentados nesse tópico reforçam a hipótese de que a organização das variáveis do TF pode influenciar as respostas hormonais. Essas evidências indicam que a forma como a CET é prescrita afeta diferentemente as respostas associadas à CIT, como a resposta metabólica e hormonal. O conjunto de resultados também sugere a participação importante da TON na modulação das respostas internas. Além da resposta de parâmetros fisiológicos, existe também um grande interesse no efeito dessa manipulação da CET sobre outras respostas de caráter subjetivo, como a PSE.

3.3.3 Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A utilização de parâmetros subjetivos para quantificar a intensidade de diferentes estímulos é objeto de estudo desde a década de 50. Um dos pioneiros nessa área foi Stevens (1957, 1966) que elaborou o método conhecido como “Estimativa de magnitude”. Basicamente, o método preconiza a atribuição de escalas numéricas para as diferentes intensidades de estímulos percebidos, como brilho, ruído, sabor e aceleração. Essa abordagem subjetiva de quantificar a intensidade do estímulo, rapidamente, despertou o interesse de outros pesquisadores, como Gunnar Borg e Hans Dahlström. Borg investigou, especialmente, a quantificação subjetiva da intensidade do trabalho físico (BORG, 1962; BORG; DAHLSTRÖM, 1959; BORG; DAHLSTRÖM, 1960). A partir de seus próprios achados, Borg criou e validou a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), utilizando diferentes modelos experimentais que demonstravam relação linear entre a intensidade de trabalho e o esforço percebido durante o exercício (BORG, 1962; BORG; DAHLSTRÖM, 1959; BORG; DAHLSTRÖM, 1960; BORG, 1970).

A primeira escala criada por Borg tinha 21 níveis (BORG, 1962), e já era bastante similar à escala atual (BORG, 1970). Posteriormente, essa escala de 21 níveis foi aperfeiçoada por Borg (1970) para o modelo atual de 15 níveis. Essa versão aprimorada apresenta amplitude numérica entre 6-20, sendo diretamente relacionada a um descritor. Cada descritor presente na escala tem como objetivo facilitar a determinação do nível de esforço percebido. Por exemplo: o descritor "muito fácil" pode ser associado ao escore 9, enquanto o descritor "muito difícil" pode ser associado ao escore 19. A escala 6-20 também pode ser utilizada para designar a faixa de frequência cardíaca (FC) entre 60-200 batimentos por minuto. Essa relação linear entre a percepção de esforço e a frequência cardíaca devido ao aumento do trabalho físico também foi observada em outros estudos (SKINNER et al., 1973; BORG et al., 1985; ESTON et al., 2006; DAVIES et al., 2008).

Após formular a escala 6-20, Borg (1982) propôs uma nova escala de PSE, com intuito de difundir ainda mais o uso da escala especialmente para a população leiga. Essa escala tem amplitude numérica menor (0-10) e novos descritores, sendo conhecida como CR-10. Esse novo modelo permite o uso de casas decimais para classificar a intensidade (4,5, por exemplo). Diversas outras escalas foram desenvolvidas por Borg e seus colaboradores com o propósito de aumentar a

amplitude numérica e, assim, acrescentar mais níveis de discriminação em baixa intensidade. Essas escalas foram nomeadas em referência ao número de níveis que contêm, por exemplo: CR12, CR20, CR60 e CR100 (BORG, 1982; MARKS et al., 1983; BORG; BORG, 2001; BORG; KAIJSER, 2006).

As escalas de PSE criadas por Borg e seus colaboradores têm sido amplamente utilizadas. Essas escalas são ferramentas valiosas, confiáveis e fáceis de aplicar na prescrição e no monitoramento da intensidade do exercício. Contudo, apesar de sua importância, pouco se sabe sobre as bases neurofisiológicas que envolvem a PSE. Segundo Borg (1982), a PSE é o principal indicador do grau de esforço físico, pois integra várias informações, incluindo sinais periféricos a partir dos músculos, articulações, sistema cardiovascular e sistema nervoso central.

Mais recentemente, Gibson et al. (2006), alinhados à perspectiva proposta por Borg, afirmam que a percepção de esforço é resultado de uma complexa integração de diferentes sinais para o sistema nervoso central (SNC). Esses sinais incluem a retroalimentação aferente dos sistemas fisiológicos periféricos mais ativos durante o exercício (frequência cardíaca e respiratória, pressão arterial e taxa metabólica) com ou sem sinais adicionais do SNC. Sendo assim, o modelo teórico descrito por esses autores (GIBSON et al., 2006) defende que a percepção de esforço é regulada a partir de receptores internos que são influenciados por fatores externos como a intensidade e a duração do exercício.

O modelo teórico de Marcora (2009) questiona as perspectivas acima apresentadas. Marcora (2009) propõe que a percepção de esforço, assim como a contração muscular voluntária, dependem do comando motor central, definido como a atividade de áreas pré-motoras e motoras do cérebro. O comando motor central envia sinais neurais, denominados estímulos corolários ou cópias eferentes, que são processadas por áreas sensoriais do cérebro para gerar a percepção de esforço. Porém, teoricamente, também é possível que a percepção de esforço surja diretamente da atividade de áreas pré-motoras e motoras do cérebro, sem associação à contração muscular voluntária. Esse modelo sugere que apesar da alta correlação observada entre marcadores de estresse metabólicos (por exemplo, lactato sanguíneo e percentual do volume máximo de oxigênio) e a percepção de esforço durante o exercício (FAULKNER et al., 2007), isso não significa necessariamente que esses dois fatores apresentem relação de causa e efeito.

Em experimento elegante, Gallagher et al. (2001) observaram que a inibição farmacológica à transmissão do impulso nervoso na placa motora causa perda de força muscular. Essa perda é acompanhada pelo aumento da frequência cardíaca e da PSE em participantes submetidos ao cicloergômetro (3,5 minutos a 20% do volume máximo de oxigênio). Em teoria, o recrutamento das fibras glicolíticas, devido ao seletivo efeito da droga nas fibras oxidativas, aumentaria o estímulo metabólico e a percepção de esforço. No entanto, foi observado aumento discreto na concentração de lactato (0.36 nmol.L^{-1}). Esse aumento do lactato não pode explicar o aumento desproporcional na percepção de esforço (4,8 pontos na escala de Borg de 15 níveis), o que reforça a hipótese de que os sinais aferentes (via quimioceptores) não seriam responsáveis pela regulação da PSE.

A fim de comprovar a hipótese de que a percepção de esforço é dependente da magnitude do comando motor central, De Morree et al. (2012) avaliaram a atividade de áreas pré-motoras e motoras do cérebro. A magnitude da atividade nessas áreas é refletida pela amplitude do movimento relacionado ao potencial cortical (MRPC). Esse potencial pode ser mensurado pela média do tempo de atividade para o início de uma contração muscular voluntária (SHIBASAKI; HALLETT, 2006). Para isso, 16 homens recreacionalmente treinados foram submetidos ao exercício unilateral de flexão de cotovelo em duas intensidades (20% do valor de 1 RM e 35% do valor de 1 RM), ambas realizadas até a falha concêntrica (fadiga muscular) e sem a falha concêntrica, enquanto a PSE, a eletromiografia do bíceps braquial (EMG) e a MRPC foram avaliadas concomitantemente. A PSE, a amplitude EMG e a amplitude MRPC acompanharam o aumento da intensidade do exercício. Houve significativa correlação entre a PSE e a amplitude MRPC com o aumento da intensidade, mas esse aumento foi maior para o protocolo executado até a falha concêntrica. Esses achados refutam os pressupostos defendidos por Borg (1982) e Gibson et al. (2006) e fornecem evidências neurofisiológicas objetivas de que a PSE é dependente da magnitude do comando motor central durante o exercício físico. Ainda assim, todos os modelos teóricos do mecanismo de construção da PSE corroboram a importância desse indicador para monitorar e prescrever a intensidade do exercício (BORG, 1982; GIBSON et al., 2006; MARCORA et al., 2009, DE MORREE et al., 2012). É importante ressaltar que, inicialmente, essas escalas foram criadas e validadas a fim de facilitar a prescrição e o monitoramento da intensidade do exercício aeróbio.

Diversos estudos comprovam a validade e a confiabilidade da PSE para monitorar e prescrever a intensidade do exercício aeróbio (ESTON et al., 2006; DAVIES et al., 2008; FABRE et al., 2012; SCHERR et al., 2013; GOSS et al., 2010; GOSS et al., 2011; ALBERTON et al., 2011). No entanto, também foi avaliada a aplicabilidade da PSE para monitorar e prescrever a intensidade do exercício de força (SUMINSKI et al., 1997; GEARHART et al., 2001; GEARHART et al., 2002; LAGALLY et al., 2002a; TOMPOROWKI et al., 2001; LAGALLY et al., 2004; LAGALLY et al., 2006; LAGALLY; AMOROSE, 2007; TIGGEMANN et al., 2010).

O estudo de Suminski et al. (1997) foi um dos pioneiros na utilização da PSE para avaliar a intensidade do exercício de força. Os participantes, oito homens, realizaram duas sessões de exercício contrabalanceados: uma única série de exercícios de força a 70% do valor de 1 RM, e uma única série com os mesmos exercícios a 50% do valor de 1 RM. A concentração de lactato sanguíneo foi mensurada antes de cada sessão, imediatamente após cada exercício, e 30 e 60 minutos após cada sessão. A frequência cardíaca foi avaliada nos mesmos períodos, enquanto a PSE foi avaliada imediatamente após cada exercício pela escala de Borg CR10. O aumento da intensidade de 50% do valor de 1 RM para 70% do valor de 1RM refletiu no aumento da concentração de lactato sanguíneo e na elevação do escore da PSE. Porém, essa associação não foi observada para a FC. Esses resultados sugerem que o aumento da intensidade foi acompanhado pelo aumento no escore da PSE. Essa relação despertou o interesse de utilizar a PSE como indicador da intensidade do exercício de força.

Posteriormente, Gearhart et al. (2001) investigaram a validade das instruções da escala de Borg e os procedimentos de ancoragem da escala para mensurar a percepção de esforço geral e específica ao músculo ativado durante o exercício de força. A percepção de esforço específica ao músculo ativado refere-se à sensação de esforço de uma região específica do corpo (por exemplo, o quadríceps durante o exercício de extensão de joelho), enquanto a PSE geral refere-se à sensação de esforço do corpo como um todo. Os 20 participantes, 10 homens e 10 mulheres, recreacionalmente treinados, foram submetidos a dois protocolos contrabalanceados. Um protocolo foi realizado em baixa intensidade (BI) e o outro foi realizado em alta intensidade (AI), ambos compostos por sete exercícios para os principais grupamentos musculares. As instruções necessárias para avaliar a PSE por meio da escala de Borg 6-20 (por exemplo, o número de níveis e descritores)

foram apresentadas aos participantes antes que estes realizassem o experimento, assim como os procedimentos de ancoragem (participantes orientados a relembrar o esforço realizado durante o teste de 1 RM). O protocolo AI consistiu de cinco repetições a 90% do valor de 1 RM, enquanto o protocolo BI consistiu de 15 repetições a 30% do valor de 1 RM, dessa forma, a TON foi equalizada. Em AI, a PSE específica ao músculo ativado foi avaliada logo após a execução de cada repetição para cada exercício. Em BI, a PSE específica ao músculo ativado foi avaliada a cada três repetições para cada exercício. Tanto em AI como em BI, a PSE geral foi avaliada somente após o término de cada exercício. Tanto a PSE específica ao músculo ativado como a PSE geral apresentaram resposta de aumento linear com o decorrer do experimento em ambas as intensidades. Ainda assim, AI apresentou maior escore na escala de Borg 6-20 em comparação a BI, mesmo com a TON semelhante entre as sessões. Esses resultados reforçam a relação entre o aumento da intensidade com o aumento da PSE durante o exercício de força.

Para confirmar a relação entre a PSE específica ao músculo ativado e a intensidade do exercício de força, Gearhart et al. (2002) conduziram dois experimentos nos quais 20 participantes (10 homens e 10 mulheres) realizaram duas sessões: uma em alta intensidade (AI) e outra em baixa intensidade (BI), ambas compostas por sete exercícios: supino, *leg press*, *pulley* costas, extensão de cotovelos, flexão de cotovelos, desenvolvimento e gêmeos sentado. As sessões foram realizadas de forma contrabalanceada e a TON mantida constante nas intensidades investigadas. A sessão AI consistiu de cinco repetições a 90% do valor de 1 RM e a PSE foi mensurada após cada repetição. A sessão BI consistiu de 15 repetições com 30% do valor 1 RM e a PSE foi mensurada após cada três repetições. Em todos os exercícios, a PSE avaliada foi maior para AI que para BI. Por exemplo, a média inicial da PSE para o exercício de supino foi de aproximadamente 14 para a sessão AI e aproximadamente 8 para a sessão BI, na escala de Borg 6-20. Esses resultados indicam que a PSE específica ao músculo ativado aumenta linearmente com a intensidade do exercício de força (% 1 RM), independente do número de repetições realizadas.

Lagally et al. (2002a) também avaliaram a validade da PSE no exercício de força. Para tanto, estes pesquisadores investigaram a PSE geral (corpo todo) e específica ao músculo ativado por meio de duas intensidades baseadas no

percentual de 1 RM (30% e 90% do valor de 1 RM) com a mesma TON. Em dias alternados, 10 homens e nove mulheres, recreacionalmente, treinados realizaram uma única sessão para cada intensidade, compostas por sete exercícios para os principais grupamentos musculares. A sessão com baixa intensidade (30% do valor de 1 RM) consistiu de uma série com 15 repetições, enquanto a sessão com alta intensidade (90% do valor de 1 RM) consistiu de uma série com cinco repetições. A PSE geral e a PSE específica ao músculo ativado foram avaliadas utilizando a escala de Borg 6-20 imediatamente após o término de cada um dos sete exercícios em ambas as intensidades. A PSE geral e a PSE específica ao músculo ativado foram maiores para a sessão em alta intensidade em comparação a sessão em baixa intensidade. Além disso, a PSE para o músculo ativado foi maior que para a PSE para o corpo para todos os exercícios. Esses resultados sugerem que a intensidade (independentemente do volume – número de repetições) pode modular a resposta da PSE no exercício de força.

Mais recentemente, Lagally e Amorose (2007) investigaram a possibilidade de estimar a carga dos exercícios de força por meio da PSE. Para isso, os participantes, 19 mulheres e 19 homens recreacionalmente treinados, foram orientados a determinar a PSE (Borg 6-20) referente a diferentes intensidades (40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% do valor de 1RM) utilizando o exercício de extensão de joelho. Feito isso, foram selecionados os níveis 9, 13 e 17 da escala de Borg e para cada nível selecionado foi estabelecida a carga levantada. Uma semana depois, o procedimento experimental foi invertido. Os participantes foram orientados a determinar a carga para atingir um respectivo nível da PSE entre os três escolhidos (9, 13 e 17). A diferença entre a carga real referente aos valores percentual de 1 RM e a carga estimada utilizando a PSE foi pequena (não significativa). Esses resultados corroboram os resultados iniciais de Suminski et al. (1997) sobre a possibilidade do uso da PSE como método de prescrição e monitoramento da intensidade do exercício de força.

A possibilidade utilizar a PSE com intuito de estimar a carga de trabalho nos exercícios de força também foi investigada em outros estudos (BUCKLEY; BORG, 2011; ROW et al., 2012). Em conjunto estes estudos (LAGALLY; AMOROSE, 2007; BUCKLEY; BORG, 2011; ROW et al., 2012) sugerem que a PSE pode ser utilizada para estabelecer a carga de trabalho nos exercícios de força.

Os estudos de Gearhart et al. (2001), Lagally et al. (2002a), Gearhart et al. (2002) e Lagally e Amorose (2007) reforçaram o conceito de que o aumento da intensidade do exercício de força é acompanhada pela elevação do escore da PSE. A partir dos estudos apresentados, evidencia-se que a PSE é uma ferramenta confiável, prática e eficiente para a prescrição e monitoramento da intensidade do exercício de força. Além disso, o escore da PSE apresenta dinâmica de aumento similar a intensidade do exercício de força. Ao contrário do observado para as outras variáveis de caráter objetivo, a maioria das evidências disponíveis sugere que o comportamento da PSE não sofre influência importante da TON do exercício de força.

Outra aplicação da escala de Borg foi desenvolvida por Foster et al. (1998, 2001). Estes pesquisadores criaram um método para o controle da sessão do treinamento, que ficou conhecido como método da PSE da sessão (FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001).

3.3.3.1 PSE da sessão e carga interna de treinamento (CIT)

No fim da década de 1990, Foster desenvolveu uma proposta inovadora para o controle da sessão do treinamento (Foster, 1998). Essa estratégia de monitoramento ficou conhecida como método da PSE da sessão. O método se baseia em um questionamento simples: “Como foi a sua sessão de treinamento?”. A resposta a essa questão deve ser fornecida 30 minutos após o término da sessão e o sujeito deve se basear na escala de Borg CR10 adaptada por Foster et al. (2001) (Figura 3). O avaliado deve escolher um descritor da escala CR10 e logo após, classificar o esforço de acordo com um número de 0 a 10, que também pode ser fornecido em decimais (por exemplo: 8,5). O mínimo valor (0) deve ser comparado ao repouso absoluto, enquanto o máximo valor (10) deve ser comparado ao maior esforço físico já realizado pelo indivíduo. É importante ressaltar que a medida deve refletir a avaliação global de toda a sessão de treinamento. O intervalo de 30 minutos adotado por este método é uma maneira de evitar que os esforços realizados ao final da sessão interfiram na avaliação global.

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Figura 3: Escala de Borg CR10 adaptada por Foster et al. (2001).

Day et al. (2004) utilizaram o método da PSE da sessão para avaliar três diferentes sessões de exercício de força com diferentes intensidades: alta (A), moderada (M) e baixa intensidade (B). Nesse estudo, foram submetidos 19 participantes (nove homens e 10 mulheres) com experiência mínima de seis meses com o TF. A sessão de treinamento A consistiu de uma série de quatro a cinco repetições a 90% do valor de 1 RM, a sessão M consistiu de uma série de 10 repetições a 70% do valor de 1 RM e a sessão B consistiu de uma série de 15 repetições a 50% do valor de 1 RM. Todas as sessões envolveram os mesmos cinco exercícios: agachamento, supino, desenvolvimento, rosca direta e extensão de tríceps. A PSE da sessão foi mensurada após 30 minutos do término do exercício de força. A PSE da sessão foi maior para A em comparação com M e B. E, em M, foi maior que em B. Esses resultados indicam que ao realizar um menor número de repetições em uma intensidade mais alta, o esforço percebido é maior que ao realizar maior número de repetições em uma intensidade mais baixa.

Singh et al. (2007) também avaliaram a resposta da PSE da sessão em diferentes modelos de progressão do TF. Para isso, 15 participantes recreacionalmente treinados por no mínimo um ano foram submetidos a três protocolos do TF: força máxima (F), hipertrofia muscular (H) e potência muscular (P). Os protocolos foram realizados aleatoriamente em dias separados, utilizando os mesmos cinco exercícios (supino, agachamento, remada, desenvolvimento e

extensão de joelhos). Todos os protocolos utilizaram diferentes intensidades, intervalos de recuperação e números de repetições. O protocolo F incluiu três séries de cinco repetições a 90% do valor de 1 RM com três minutos de intervalo entre séries, o protocolo H incluiu três séries de 10 repetições a 70% do valor de 1 RM com um minuto de intervalo entre séries e o protocolo P incluiu três séries de cinco repetições a 50% do valor de 1 RM com três minutos de intervalo entre séries. A PSE da sessão foi avaliada após 30 minutos do término de cada sessão. Os valores da PSE da sessão foram maiores para F e H em relação ao protocolo P. Esses achados demonstram que a PSE da sessão é uma ferramenta sensível à manipulação das variáveis agudas do TF, sendo influenciada pelo número de repetições, pelo intervalo entre séries e pela intensidade do exercício de força.

Em seu estudo, Charro et al. (2010) compararam o efeito de dois métodos de TF – múltiplas séries (MS) e pirâmide (P) – sobre a resposta da PSE da sessão. Nesse estudo, 10 sujeitos foram submetidos a duas sessões de treinamento (MS e P), compostas por três exercícios cada (supino, *pec-deck* e supino declinado). A TON foi equalizada entre as sessões. Não foi observada diferença na PSE da sessão entre as sessões P e MS. Esses achados sugerem que a resposta subjetiva à sessão de treinamento não sofreu influência das diferentes organizações das variáveis do TF.

Os estudos de Day et al. (2004), Singh et al. (2007) e Charro et al. (2010) indicam que o método da PSE da sessão é uma ferramenta confiável para avaliar a intensidade global da sessão. Entretanto, a PSE da sessão também pode ser utilizada para determinar a magnitude da CIT em resposta ao TF (FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001; MIRZA et al., 2012).

A magnitude da CIT, a partir do método da PSE da sessão, é representada pela multiplicação do escore da escala CR10 (parâmetro de intensidade) pela duração da sessão (parâmetro de volume) expressa em minutos, número de repetições ou, ainda, pelo tempo de contração – no caso específico do exercício de força. A CIT é expressa em unidades arbitrárias (UA). Por exemplo, uma sessão de treinamento avaliada como muito difícil (escore igual a 7) e com volume de 50 repetições representaria 350 UA. Além disso, o método da PSE da sessão também permite aplicações práticas, auxiliando no monitoramento eficiente da CIT, em virtude da CET planejada. Segundo Foster et al. (2001), a PSE da sessão pode ser utilizada para a construção de curvas e gráficos de periodização do treinamento,

permitindo, assim, visualizar o padrão de variação e distribuição das cargas de treinamento durante um determinado período (por exemplo, uma semana). Outra aplicação útil do método da PSE da sessão é a avaliação da monotonia das cargas de treinamento, uma vez que a falta de variação de estímulos pode levar a adaptações negativas ou subótimas.

A baixa variação das cargas de treinamento ou a falta dela é conhecida como monotonia. Este índice pode ser acessado a partir da média das cargas de treinamento das sessões de um determinado período dividido pelo seu desvio padrão (FOSTER et al., 2001). Assim, quanto menor a variação das cargas de treinamento, maior a monotonia. Foster (1998) também propôs uma medida conhecida como *training strain* (esforço do treinamento). Esse parâmetro é calculado a partir da multiplicação da monotonia pelo somatório das cargas de treinamento acumuladas no período. A medida também está associada ao nível de adaptação ao treinamento. Em um período de cargas elevadas e alto nível de monotonia, observa-se aumento da incidência de doenças infecciosas e lesões (FOSTER, 1998).

Mirza et al. (2012) investigaram a relação entre os diferentes modelos de TF e a resposta de PSE da sessão durante quatro semanas de TF, utilizando o modelo de periodização ondulatória. A amostra consistiu de 20 participantes (12 homens e oito mulheres) com no mínimo seis meses de experiência prévia, que realizaram três sessões de exercícios por semana durante o período de quatro semanas. Em cada um dos três dias da semana, era realizado um dos protocolos de força - força máxima (F), hipertrofia muscular (H) ou potência muscular (P) - seguindo o modelo de periodização ondulatória. Todas as sessões envolveram sempre os mesmos quatro exercícios: supino, agachamento, desenvolvimento e remada. A sessão F consistiu de três séries de três repetições a 75-90% do valor de 1 RM com cinco minutos de intervalo. A sessão H consistiu de três séries de 10 repetições a 65-75% do valor de 1 RM com um minuto de intervalo e a sessão P consistiu de três séries de cinco repetições a 25-40% do valor de 1 RM com máxima velocidade de execução e três minutos de intervalo. A PSE da sessão foi coletada 30 minutos após o término de cada sessão de exercícios. O escore da PSE da sessão foi multiplicado pela duração da sessão (em minutos) para determinar a CIT. Houve diferença significativa entre os protocolos de força, hipertrofia e potência para a CIT, sendo o protocolo F o que gerou maior resposta em comparação aos demais protocolos. Por sua vez, o protocolo H gerou maior magnitude da CIT em comparação ao protocolo

P. Os resultados observados sugerem que diferentes manipulações de intensidade, volume, tempo de recuperação entre séries, velocidade de execução e duração da sessão (parâmetros associados a CET) promovem diferentes respostas na magnitude da CIT.

Os estudos apresentados confirmam a hipótese de que a manipulação das variáveis agudas do treinamento (séries, repetições, velocidade de execução, tipo de ação, carga, recuperação, frequência de treinamento, intensidade e volume) influencia diretamente a CIT e os parâmetros associados como a PSE e a resposta hormonal e metabólica (SUMINSKI et al., 1997; GEARHART et al., 2001; TOMPOROWSKI et al., 2001; SMILIOS et al., 2003; GEARHART et al., 2002; LAGALLY et al., 2002a; LAGALLY et al., 2002b; LAGALLY et al., 2004; MCGUIGAN et al., 2004; LAGALLY et al., 2006; LAGALLY et al., 2007; SINGH et al., 2007; CREWETHER et al., 2008; MCCAULLEY et al., 2009; UCHIDA et al., 2009; CHARRO et al., 2010; TIGGEMANN et al., 2010; LEITE et al., 2011; NUNES et al., 2011; BUITRAGO et al., 2012; BUITRAGO et al., 2013; SIMÕES et al., 2013). Apesar disso, poucos estudos avaliaram a influência do gênero sobre os parâmetros associados à CIT em decorrência da mesma CET no exercício de força.

3.4 GÊNERO, CIT E PARÂMETROS ASSOCIADOS

Atualmente, existe uma carência de resultados ao analisar a influência do gênero sobre a CIT imposta pelo exercício de força. Além disso, quando a influência do gênero é investigada a partir de parâmetros associados a CIT (PSE, perfil hormonal e metabólico), os resultados são inconsistentes.

A influência do gênero sobre a resposta da PSE ao TF (parâmetro associado a CIT) foi investigada por Tomporowski (2001). Durante 25 semanas, 14 homens e 22 mulheres sedentários foram distribuídos randomicamente em dois grupos: baixo volume (BV) e alto volume (AV). Cada sessão do programa de exercícios envolveu sete estações utilizando o modelo de treinamento em circuito (flexão de tronco, extensão de joelhos, flexão de joelho, supino vertical, remada sentada, extensão de cotovelo e flexão de cotovelo). O grupo BV realizou uma única série de 8 a 12 repetições máximas, assim como o grupo AV, porém o número de séries do grupo

AV aumentou para três após um período de duas semanas. Os participantes realizaram três sessões de exercícios de força por semana. A PSE específica ao músculo ativado foi avaliada pela escala de Borg CR10, imediatamente após os participantes realizarem os exercícios de supino vertical e extensão de joelhos. Os resultados do estudo apontam que não houve diferença na PSE avaliada (após os exercícios de supino e extensão de joelhos, em cada respectivo grupo) entre homens e mulheres ao longo das 25 semanas de treinamento. De acordo com esse estudo, portanto, o gênero não influenciou a resposta da PSE durante o TF.

O'Connor et al. (2002) também investigaram a influência do gênero sobre a resposta da PSE durante o exercício de força. A PSE foi avaliada em 21 homens e 21 mulheres, sem experiência com o TF, submetidos ao exercício excêntrico de extensão de cotovelo em três intensidades diferentes: 80%, 100% e 120% do valor da força concêntrica voluntária máxima. A TON foi equalizada pela manipulação do número de repetições, em 80% (n=45), 100% (n=36) e 120% (n=30). A PSE foi mensurada ao término de cada intensidade realizada. O escore da PSE foi semelhante para homens em comparação às mulheres em uma mesma intensidade. Esses resultados sugerem que não há influência do gênero na PSE (parâmetro associado a CIT) quando a mesma CET é utilizada.

Pincivero et al. (2004), por sua vez, avaliaram o efeito do gênero sobre a resposta da PSE durante o exercício de força realizado até a exaustão. Para isso, 15 homens e 15 mulheres, fisicamente ativos, realizaram uma única série do exercício de extensão de joelho a 50% do valor de 1 RM até a falha concêntrica. A velocidade das ações concêntricas e excêntricas foi controlada entre os participantes, e a PSE avaliada imediatamente após cada repetição. Homens e mulheres não apresentaram diferenças entre o número de repetições realizadas até a exaustão e o escore da PSE avaliada entre as repetições foi semelhante. Esse estudo sugere que a PSE não é influenciada pelo gênero.

O efeito do gênero sobre a PSE no exercício de força também foi avaliada por Lagally et al. (2006). Fizeram parte dessa investigação, 20 homens e 20 mulheres, moderadamente treinados. A PSE geral e PSE específica ao músculo ativado foram avaliadas imediatamente após uma única repetição do exercício de extensão de joelho em cada uma das intensidades: 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% do valor de 1 RM. Nenhuma diferença na resposta da PSE foi observada entre homens e mulheres, em nenhuma das intensidades investigadas. Esses resultados sugerem

que o gênero não influencia as respostas de parâmetros associados a CIT durante o exercício de força.

A influência do gênero sobre as respostas associadas à CIT foi investigada por Szivak et al. (2013). Nesse estudo, nove homens jovens treinados e nove mulheres jovens treinadas realizaram uma sessão conforme o modelo de pirâmide decrescente nos exercícios de agachamento, supino e agachamento terra. A sessão foi iniciada com uma série de 10 repetições em cada exercício, seguida de uma série com nove, outra com oito, assim por diante, até que fosse realizada uma série final com uma única repetição. Os participantes foram instruídos a realizar os três exercícios seguindo o modelo de tri-série, podendo se recuperar somente após cada tri-série realizada. A intensidade utilizada foi de 75% do valor de 1 RM. A concentração de lactato sanguíneo foi avaliada antes, imediatamente após e 15 e 60 minutos após o exercício. O cortisol foi avaliado antes, imediatamente após e 15 minutos após o exercício. A PSE foi avaliada imediatamente após cada série por meio da escala CR-10. O efeito do gênero foi observado na resposta do lactato sanguíneo: homens apresentaram maiores respostas imediatamente após e 15 minutos após o exercício. Entretanto, nenhuma diferença foi observada no cortisol e na PSE avaliados após cada série.

Conforme mencionado anteriormente, poucos estudos avaliaram o efeito do gênero nas respostas de parâmetros associados à CIT durante o exercício de força. Os estudos de Tomporowski et al. (2001), O'Connor et al. (2002), Pincivero et al. (2004) e Lagally et al. (2006) indicam que participantes do gênero masculino e feminino apresentam padrão de resposta similar em parâmetros associados a CIT quando submetidos a mesma CET. Entretanto, o estudo de Szivak et al. (2013) observou maior resposta na concentração de lactato sanguíneo (parâmetro associado a CIT) em participantes do gênero masculino em comparação ao gênero feminino, apesar de não ter sido observado efeito do gênero no cortisol e nem mesmo na PSE. A carência de resultados científicos e a inconsistência destes a respeito da magnitude da CIT e dos parâmetros associados (PSE, lactato e cortisol) em resposta ao TF sinalizam a necessidade de desenvolvimento de estudos adicionais visando esclarecer as possíveis diferenças entre gênero.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da interação entre a intensidade e o volume sobre as respostas subjetivas e objetivas, relacionadas ao nível de estresse imposto sobre o organismo, com intuito de compreender a magnitude do estímulo.

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar o efeito de duas sessões de exercício de força executadas em diferentes intensidades (35% do valor de 1 RM contra 70% do valor de 1 RM) e volumes (10 repetições e cinco repetições) sobre a magnitude da carga interna de treinamento, e a resposta de parâmetros fisiológicos (lactato e cortisol) associados ao nível de estresse imposto ao organismo, nos diferentes gêneros.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 AMOSTRA

Para o presente estudo foram selecionados voluntários homens ($22,8 \pm 2,3$ anos, $177 \pm 6,8$ cm, $75,5 \pm 7,9$ kg; $n=15$) e mulheres ($22,2 \pm 1,7$ anos, $163,7 \pm 6,5$ cm, $57 \pm 7,6$ kg, $n=15$), com experiência prévia de aproximadamente três meses com o TF, que realizavam 2-3 sessões de treinamento por semana. Os participantes avaliados concordaram em participar do presente estudo, de maneira voluntária, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A). O procedimento experimental foi aprovado pela comissão de ética em pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (nº 35/2011).

5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Foram utilizados testes de força máxima (1 RM) para os exercícios de supino e agachamento, realizados de forma guiada (*smith machine*), a fim de determinar a intensidade de cada sessão (35% do valor de 1 RM e 70% do valor de 1 RM), seguindo o modelo randomizado cruzado. A sessão com 35% do valor de 1 RM consistiu de quatro séries de 10 repetições para os mesmos exercícios utilizados nos testes de 1 RM (supino e agachamento realizados no *smith machine*), enquanto a sessão com 70% do valor de 1 RM consistiu de quatro séries de cinco repetições para os mesmos exercícios, sendo o primeiro direcionado para membros superiores (supino) e o segundo para membros inferiores (agachamento). Dessa forma, a TON foi mantida constante entre as sessões. Em ambas as sessões, foi usado o intervalo de dois minutos entre séries. A TON foi calculada para cada uma das sessões e foram aferidas a média da PSE entre cada série e a PSE da sessão. A CIT em cada sessão também foi avaliada pelo método da PSE da sessão (FOSTER, 2001).

Para análise da concentração de lactato sanguíneo, amostras de sangue foram coletas imediatamente antes de cada sessão e imediatamente após a segunda e

quarta séries do exercício de supino e segunda e quarta séries do exercício de agachamento. Amostras de saliva foram coletadas 15 minutos antes e 15 minutos após cada sessão para análise da concentração de cortisol. Todas as sessões foram realizadas no período da manhã entre as 10h00 e as 12h00.

5.3 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1 RM) PARA O EXERCÍCIO DE SUPINO

A força dinâmica máxima dos membros superiores foi avaliada por meio do teste de uma repetição (1 RM) no exercício supino. A realização desse teste seguiu as orientações da “American Society of Exercise Physiologists” (ASEP), para testes de 1 RM (BROWN; WEIR, 2001).

Para a determinação da força dinâmica máxima, os sujeitos realizaram duas séries de aquecimento no próprio exercício de supino. A primeira série consistiu na realização de cinco repetições, com 50% da carga estimada para 1 RM. A segunda consistiu de três repetições, com 70% da carga estimada para 1 RM. Entre as séries de aquecimento, foi respeitado o intervalo de dois minutos. A determinação da carga máxima para a realização de uma repetição máxima (1 RM) foi feita em cinco tentativas. Cada tentativa foi separada por um período de três a cinco minutos de intervalo. O teste é baseado no aumento da carga até que os participantes não consigam superá-la de forma completa, utilizando técnica apropriada. Para que a tentativa fosse considerada válida, os participantes teriam de executar um ciclo completo de movimento.

Antes do início do teste de 1 RM, os indivíduos foram instruídos a segurar a barra em uma posição confortável a qual tipicamente foi de 10 a 20 cm além da largura do ombro. O início do ciclo ocorreu com os cotovelos em extensão completa. Os participantes foram orientados a utilizar a amplitude total do movimento. O ciclo foi finalizado com os cotovelos totalmente estendidos.

Durante a execução do movimento, os avaliadores forneceram encorajamento verbal ao participante testado. Em todos os momentos, houve dois pesquisadores, um em cada extremidade da barra, para ajudar a levantá-la caso necessário, a fim de prevenir lesões.

5.4 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1 RM) PARA O EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO

A força dinâmica máxima dos membros inferiores foi avaliada por meio do teste de uma repetição máxima (1 RM) no exercício de agachamento. A realização desse teste seguiu as orientações da “American Society of Exercise Physiologists” (ASEP), para testes de 1 RM (BROWN; WEIR, 2001).

Para a determinação da força dinâmica máxima, os sujeitos realizaram duas séries de aquecimento no próprio exercício de agachamento. A primeira série consistiu em cinco repetições com 50% da carga estimada para 1 RM. A segunda consistiu de três repetições com 70% da carga estimada para 1 RM. Entre as séries de aquecimento, foi respeitado o intervalo de dois minutos. A determinação da carga máxima para a realização de uma repetição máxima (1 RM) foi feita em cinco tentativas. Cada tentativa foi separada por um período de três a cinco minutos de intervalo. O teste é baseado no aumento da carga até que eles não consigam superá-la de forma completa, utilizando técnica apropriada. Para que a tentativa fosse considerada válida, os participantes teriam de executar um ciclo completo de movimento.

O início do ciclo ocorreu com os joelhos em extensão completa. No ponto intermediário do ciclo do movimento, os joelhos atingiram 90° antes da fase de extensão. O ciclo foi finalizado com os joelhos totalmente estendidos. Todos os participantes tiveram seus ângulos de flexão do joelho medidos, e este limite foi imposto através de um anteparo de madeira posicionado de maneira a impedir o prosseguimento do movimento. O intervalo de tolerância determinado para a flexão máxima de joelhos foi de 90-95°, aferidos com um goniômetro manual. A partir dessa aferição foi estipulada a altura do anteparo de madeira.

Durante a execução do movimento, os avaliadores forneceram encorajamento verbal ao participante testado. Em todos os momentos, houve dois pesquisadores, um em cada extremidade da barra, para ajudar a levantá-la caso necessário, a fim de prevenir lesões.

5.5 TONELAGEM (TON)

A tonelagem (TON) para cada sessão (sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e sessão realizada a 70% do valor de 1 RM) foi determinada pelo produto entre o número de repetições realizadas na sessão e a carga levantada por cada participante (repetições x séries x carga), conforme orientam McBride et al. (2009).

5.6 COLETA DE AMOSTRA DE SANGUE

Amostras de sangue foram coletadas antes de cada protocolo experimental e imediatamente após a segunda e a quarta séries do exercício de supino e após a segunda e quarta séries do exercício de agachamento. O sangue foi coletado por punção do lóbulo da orelha, utilizando tubos capilares e luvas cirúrgicas.

As amostras foram coletadas por meio de tubos capilares calibrados para 25 μ l (Yellow Springs[®] Inc., USA) e dispersados em 50 μ l de anticoagulante (fluoreto de sódio a 1%). As amostras foram colhidas em tubos plásticos e mantidas em gelo até posterior análise, que foi realizada por método eletroquímico pelo aparelho Yellow Springs 1500 Sport (Yellow Springs[®] Inc., USA).

O analisador de lactato foi recalibrado a cada hora de uso, tendo neste momento a linearidade confirmada por meio do lactato na concentração padrão de 30 mmol x L⁻¹ (Lactate Standard 30mmol.L⁻¹ – Yellow Springs[®] Inc. USA). No início de cada teste a calibragem foi confirmada por meio de uma injeção, como amostra, do padrão de 5 mmol x L⁻¹ de lactato (L – Lactate Standard 5mmol.L⁻¹ – Yellow Springs[®] Inc. USA). Foi, então, aceita a variação máxima igual a 5% nas leituras dos padrões de lactato.

5.7 COLETA DE AMOSTRA SALIVAR

Amostras de saliva foram coletas 15 minutos antes e 15 minutos após cada protocolo experimental. Para este procedimento, os sujeitos tiveram que se abster de alimentos e produtos que contivessem cafeína por pelo menos duas horas antes da coleta de saliva. Inicialmente, os sujeitos foram solicitados a lavar a boca com água filtrada. Os indivíduos estavam em uma posição sentada, com os olhos abertos, cabeça ligeiramente inclinada para frente, e fazendo o mínimo movimento orofacial. A saliva foi coleta por salivacção direta em tubos de 15 ml e estes foram centrifugados por um período de cinco minutos. Imediatamente após a coleta, as amostras de saliva foram congeladas e armazenadas a -80°C até serem ensaiadas para a concentração de cortisol.

A concentração de cortisol foi mensurada pelo método enzimaimunoensaio (ELISA, Cortisol – EIA; SALIMETRICS[®], USA). As amostras de saliva foram centrifugadas durante 20 minutos. Então, foram pipetados 50 µl de amostras de saliva do sobrenadante no recipiente de microtitulação (contendo anticorpo contra cortisol produzido em coelho). Em seguida, 100 µl de concentrado de cortisol peroxidase foram adicionados ao mesmo, que foi incubado por 45 minutos com agitação constante de 250 rpm a temperatura ambiente (25°C). Depois da incubação, a placa foi lavada e aspirada três vezes com 300 µl de solução de lavagem para remover todas substâncias livre. Em seguida, 150 µl de solução do substrato tetrametilbenzeno (TMB) foram adicionados e incubados em um agitador de placas a temperatura ambiente. Por fim, 50 µl de solução de interrupção foram adicionados e a absorbância lida em um leitor de placas a 450 nm (ELX 800VV-Universal Microplate Reader, Bio-Tek Instruments[®], USA). A cor amarela foi formada após a adição de solução de interrupção. A concentração de cortisol em cada amostra foi interpolada a partir de uma curva de calibração (absorbância *versus* concentração de cortisol calibrada).

5.8 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE)

A PSE foi mensurada pela escala CR10 imediatamente após a execução de cada série e 30 minutos após o término de cada protocolo experimental (FOSTER, 2001). Um pesquisador devidamente treinado foi responsável por apresentar a

escala CR10 a cada participante da amostra imediatamente após a realização de cada série. Os participantes foram orientados a escolher um descritor da escala CR10 classificando o esforço de acordo com um número de 0 a 10, que também poderia ser fornecido em decimais. O valor mínimo (0) deveria ser comparado ao repouso absoluto, enquanto o valor máximo (10) deveria ser comparado ao maior esforço físico já realizado pelo sujeito. Para que se avaliasse a PSE da sessão, o participante foi orientado a classificar o seu esforço 30 minutos após o término de cada protocolo experimental, porém baseado em um questionamento: “Como foi a sua sessão de treino?”. Essa medida deveria refletir a avaliação global de toda a sessão de treinamento. O intervalo de 30 minutos adotado nesse método é uma maneira de evitar que os esforços realizados ao final da sessão interfiram na avaliação global.

5.9 CARGA INTERNA DE TREINAMENTO (CIT)

A magnitude da CIT foi avaliada através do método da PSE da sessão, proposto por Foster et al. (1998, 2001). A CIT é expressa em unidades arbitrárias (UA) e foi avaliada pela multiplicação entre o escore da PSE da sessão e o número de repetições realizadas em cada sessão (sessão realizada a 35% do valor de 1RM e sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).

5.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados são apresentados em média e desvio padrão. A fim de se observar a distribuição dos dados, foi utilizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. O teste de Levene foi aplicado para verificar a homocedasticidade. Em seguida, utilizou-se a ANOVA de medidas repetidas para verificar diferenças entre as intensidades (35% vs. 70% - $n=30$) para as variáveis investigadas. Uma ANOVA *two-way* (gênero [masculino, $n=15$ e feminino, $n=15$] x intensidade [35% e 70%]) foi aplicada para as mesmas variáveis. O procedimento post hoc de Bonferroni foi utilizado para localizar as diferenças. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

Inicialmente, serão apresentados resultados referentes à tonelagem (TON) (Figura 4). Como esperado, devido ao delineamento das sessões de TF, não foi observada diferença na TON entre sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM: $2078,80 \pm 747,03$ kg e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM: $2078,80 \pm 747,03$ kg; $p > 0,05$), considerando todos os participantes da amostra ($n = 30$). Da mesma forma, não foi detectada diferença na TON para o gênero feminino ($n = 15$) entre sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM: $1477,87 \pm 367,58$ kg e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM: $1477,87 \pm 367,58$; $p > 0,05$), assim como para o gênero masculino ($n = 15$) (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM: $2679,73 \pm 497,02$ kg e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM: $2679,73 \pm 497,02$ kg; $p > 0,05$). Porém, o gênero masculino levantou maior TON em comparação ao gênero feminino em ambas as sessões ($p < 0,05$).

Figura 4: Tonelagem (TON) levantada em cada sessão do exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação ao FEM ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).

A Figura 5 apresenta os dados da concentração de lactato sanguíneo. Não foi observada diferença significativa para a concentração de lactato sanguíneo entre as sessões avaliadas (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM), considerando todos os participantes ($n = 30$), em todos momentos avaliados (Pré, P 2SS, P4 SS; P 2SA e P 4SA, respectivamente; $p > 0,05$). Contudo, a concentração de lactato sanguíneo apresentou aumento significativo em relação ao tempo (todos os momentos pós-exercício em comparação ao pré-exercício; $p < 0,05$) em ambas sessões.

Ao investigar o gênero feminino ($n = 15$), não foi encontrada diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo entre sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM) em todos os momentos avaliados ($p > 0,05$). A concentração de lactato sanguíneo no gênero feminino ($n = 15$) apresentou aumento significativo em relação ao tempo (todos os momentos pós-exercício em comparação ao pré-exercício; $p < 0,05$) em ambas as sessões. Com relação ao gênero masculino ($n = 15$), não foi encontrada diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo entre sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM) em todos momentos avaliados ($p > 0,05$). Da mesma forma que para o gênero feminino, a concentração de lactato sanguíneo no gênero masculino ($n = 15$) apresentou aumento significativo em relação ao tempo (todos os momentos pós-exercício em comparação ao pré-exercício; $p < 0,05$) em ambas as sessões. Não houve diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo entre os gêneros (FEM ou MASC) nas sessões em nenhum dos momentos avaliados ($p > 0,05$).

Também foi observado efeito cumulativo sobre a resposta do lactato na amostra total e no gênero masculino, considerando que a concentração de lactato no momento P 4SA foi maior que a concentração aferida no momento P 2SS ($p < 0,05$).

Figura 5: Concentração de lactato sanguíneo aferida durante as duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação ao Pré ($p < 0,05$). (b) diferença significativa em relação ao P 2SS ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). Pré – pré-exercício. P 2SS – pós 2ª série de supino. P 4SS – pós 4ª série de supino. P 2SA – pós 2ª série de agachamento. P4SA – pós 4ª série de agachamento.

A seguir, serão apresentados resultados referentes à concentração de cortisol (Figura 6). Não foi observada alteração significativa na concentração de cortisol, avaliada em ambas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM) ($n = 30$, $p > 0,05$) nos momentos pré e pós-exercício. Da mesma forma, quando foram retidos para a análise os valores divididos por gênero, não foi verificada alteração do cortisol em ambas as sessões, entre os momentos pré e pós-exercício ($p > 0,05$).

Figura 6: Concentração de cortisol aferida antes (Pré) e depois (Pós) das duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).

Na Tabela 1, é possível observar os resultados da PSE entre séries. Levando em consideração todos os participantes ($n = 30$), a PSE entre séries após a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM apresentou maior escore em comparação a sessão executada a 35% do valor de 1 RM, em todos os momentos avaliados ($p < 0,05$). Da mesma maneira, quando retidos para análise os dados separados por gênero, a PSE entre séries foi maior durante a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM em comparação com a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM ($p < 0,05$) em ambos os gêneros (FEM ou MASC). Além disso, nenhuma diferença foi observada na PSE entre séries na sessão executada na mesma intensidade, para ambos os gêneros ($p > 0,05$).

Por fim, a PSE entre séries apresentou aumento em relação ao tempo, a partir da segunda série do exercício agachamento (P 2SA) em comparação a primeira e segunda séries do exercício de supino (P 1SS e P 2SS, respectivamente) ($p < 0,05$), em ambas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).

Tabela 1: PSE entre séries aferida nas duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação à sessão realizada a 35% do valor de 1 RM ($p < 0,05$). (b) diferença significativa em relação a P 1SS e P 2SS ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). P 1SS – pós 1ª série de supino. P 2SS – pós 2ª série de supino. P 3SS – pós 3ª série de supino. P 4SS – pós 4ª série de supino. P 1SA – pós 1ª série de agachamento. P 2SA – pós 2ª série de agachamento. P 3SA – pós 3ª série de agachamento. P4SA – pós 4ª série de agachamento.

PSE entre séries	P 1SS	P 2SS	P 3SS	P 4SS	P 1SA	P 2SA	P 3SA	P 4SA
N=30 35%	2,18 (0,71)	2,63 (1,10)	2,83 (0,98)	3,25 (1,15)	3,55 (1,45)	3,96 ^b (1,55)	4,34 ^b (1,59)	4,65 ^b (1,71)
N=30 70%	4,84 ^a (1,51)	5,25 ^a (1,61)	5,85 ^a (1,73)	6,66 ^a (1,84)	5,64 ^a (1,50)	6,11 ^{a,b} (1,43)	6,46 ^{a, b} (1,46)	6,82 ^{a,b} (1,53)
FEM 35%	2,37 (0,67)	2,83 (1,16)	2,97 (0,93)	3,60 (1,07)	3,60 (1,14)	3,88 ^b (1,43)	4,37 ^b (1,56)	4,68 ^b (1,84)
FEM 70%	5,15 ^a (1,68)	5,40 ^a (1,64)	6,05 ^a (1,70)	7,28 ^a (1,76)	5,42 ^a (1,73)	5,97 ^{a,b} (1,62)	6,43 ^{a,b} (1,62)	6,80 ^{a,b} (1,80)
MASC 35%	2,00 (0,73)	2,43 (1,05)	2,70 (1,05)	2,90 (1,17)	3,50 (1,76)	4,05 ^b (1,72)	4,31 ^b (1,69)	4,63 ^b (1,65)
MASC 70%	4,53 ^a (1,30)	5,10 ^a (1,63)	5,67 ^a (1,81)	6,05 ^a (1,77)	5,87 ^a (1,26)	6,27 ^{a,b} (1,27)	6,50 ^{a,b} (1,35)	6,85 ^{a,b} (1,28)

Na Figura 7, podem ser observados os resultados da PSE da sessão. Esse indicador global da intensidade do exercício apresentou maior escore após a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM em comparação com a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM ($p < 0,05$), considerando todos os participantes do estudo ($n = 30$). Da mesma forma, quando o gênero feminino (FEM; $n = 15$) foi avaliado, a PSE da sessão apresentou maior escore na sessão de maior intensidade e menor volume em comparação a sessão executada em menor intensidade e maior volume de repetições ($p < 0,05$). A mesma resposta foi observada para o gênero MASC ($n = 15$) ($p < 0,05$). Contudo, nenhuma diferença foi observada na média da PSE da sessão entre os gêneros (FEM ou MASC) em cada uma das sessões avaliadas ($p > 0,05$).

Figura 7: PSE da sessão aderida após as duas sessões de exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. (a) diferença significativa em relação à sessão 35% ($p < 0,05$). MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).

A seguir, serão apresentados resultados referentes à CIT (Figura 8). Não foi observada diferença significativa na CIT entre sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM) ($p > 0,05$) tanto para todos os participantes, quanto para os diferentes gêneros. O gênero também não influenciou a resposta da CIT, uma vez que os dois gêneros apresentaram comportamento similar para essa variável em cada uma das sessões ($p > 0,05$).

Figura 8: Carga Interna de Treinamento (CIT) aferida nas duas sessões do exercício de força. Resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão. MASC – gênero masculino ($n = 15$), FEM – gênero feminino ($n = 15$) e TOTAL – total de participantes da amostra ($n = 30$) nas sessões (35% – sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e 70% – sessão realizada a 70% do valor de 1 RM).

7 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da interação entre a intensidade e o volume do exercício de força, parâmetros determinantes da CET, sobre a magnitude da CIT e parâmetros associados (lactato e cortisol). Os resultados desse estudo indicam que, quando a intensidade e o volume do exercício de força são organizados com intuito de equalizar a TON, não é observada diferença na magnitude da CIT. Além disso, a resposta dos parâmetros associados à CIT, como a concentração de lactato e a concentração de cortisol, também foi semelhante entre as sessões executadas com intensidades e volumes diferentes, entretanto, com a mesma TON. Apesar da diferença entre sessões (10 repetições a 35% do valor de 1 RM contra cinco repetições executadas a 70% do valor de 1 RM), as variáveis investigadas apresentaram padrão de resposta similar. A única exceção foi o esforço percebido, aferido pela PSE entre séries e pela PSE da sessão, que apresentou maior escore na sessão realizada a 70% do valor de 1 RM em comparação com a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM. Apesar do número de repetições ser diferente entre os protocolos (80 repetições a 35% do valor de 1RM - $8 \times 10 = 80$ versus 40 repetições a 70% do valor de 1RM - $8 \times 5 = 40$), os escores da PSE entre as séries e a PSE da sessão, no protocolo realizado a 70% do valor de 1 RM, foram maiores (aproximadamente duas vezes) que os escores observados para o protocolo executado em baixa intensidade.

Uma das respostas metabólicas ao exercício físico mais investigadas é a concentração de lactato no sangue (HILL, 1925; MEYERHOF, 1927; LAGALLY et al., 2002b; CHARRO et al., 2010; KALLEHER et al., 2010; THORNTON et al., 2011; BUITRAGO et al., 2012; BUITRAGO et al., 2013; SIMÕES et al., 2013; ROGATZKI et al., 2013). Esta resposta indica o nível de participação da via glicolítica para a transferência de energia (NELSON; COX, 2011). Em situações de trabalho físico, nas quais há alta demanda de energia em curto prazo, o sistema de transferência de energia anaeróbio é ativado (NELSON; COX, 2011). Em decorrência dessa ativação, ocorre o aumento da concentração de lactato no sangue (NELSON; COX, 2011). Esse aumento do lactato é frequentemente utilizado como parâmetro indireto de intensidade do exercício (HILL, 1925; MEYERHOF, 1927, LAGALLY et al., 2002b; CHARRO et al., 2010; KALLEHER et al., 2010; THORNTON et al., 2011; BUITRAGO

et al., 2012; BUITRAGO et al., 2013; SIMÕES et al., 2013; ROGATZKI et al., 2013). No presente estudo, a concentração de lactato sanguíneo apresentou aumento com o decorrer das sessões (sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). Contudo, a concentração de lactato sanguíneo apresentou resposta similar entre as sessões em todos os momentos avaliados.

Goto et al. (2005) também investigaram a resposta metabólica a partir de duas sessões do exercício de força, comparando dois protocolos: séries contínuas (SC) e séries com interrupção (SI). O protocolo SC consistiu de três a cinco séries de 10 RM com intervalo de um minuto entre séries para os exercícios *pulley* frente, desenvolvimento de ombros e extensão de joelhos. O protocolo SI consistiu do mesmo delineamento do protocolo SC, porém sendo respeitado o período de intervalo de 30 segundos, exatamente na metade de cada série de cada exercício, com intuito de reduzir o estresse metabólico provocado pelo exercício. A resposta metabólica aguda mensurada para ambos protocolos, após um período de 12 semanas de treinamento, foi maior para o protocolo SC em comparação ao protocolo SI. Esses resultados trazem fortes indícios de que a pausa realizada na metade da série atenuou a resposta do lactato sanguíneo, uma vez que ambos os protocolos (SI e CI) foram realizados em semelhante intensidade (10 RM), volume (três a cinco séries de 10 RM) e TON mas, mesmo assim, apresentaram diferentes respostas de concentração de lactato.

Assim como no presente estudo, Charro et al. (2010) também encontraram resposta similar para a concentração de lactato após duas sessões realizadas com diferentes delineamentos, utilizando os métodos múltiplas séries (MS) e pirâmide (P), porém, com TON semelhante. A sessão conduzida a partir do método MS foi composta por três séries a 75% do valor de 1 RM. A sessão conduzida a partir do método P teve a primeira série realizada a 67% do valor de 1 RM, a segunda, a 74% do valor de 1 RM e a terceira, a 80% do valor de 1 RM. Ambas as sessões foram compostas por três exercícios: supino, *pec-deck* e supino declinado. A manipulação das variáveis agudas do TF como número de repetições e intensidade foi diferente entre as sessões. Ainda assim, a concentração de lactato apresentou padrão de resposta similar. Vale lembrar que, no estudo mencionado, apesar da variação de intensidade observada na sessão orientada pelo método P, o número total de repetições e a TON foi similar entre os protocolos. É possível especular que essa

manipulação tenha tornado o estímulo externo bastante parecido, o que, por sua vez, induziria respostas internas semelhantes.

Os achados de Thornton et al. (2011) corroboram os achados do presente estudo, uma vez que foi observado padrão de resposta semelhante para concentração de lactato sanguíneo após duas sessões realizadas em diferentes intensidades: baixa intensidade (três séries de 15 repetições a 45% do valor de 8 RM) e alta intensidade (três séries de oito repetições a 85% do valor de 8 RM). Os estudos de Charro et al. (2010), Thornton et al. (2011) e o presente estudo apresentam um ponto importante em comum, pois todos equalizaram a TON nas sessões de treinamento. Esses achados sugerem que a resposta de concentração de lactato não é exclusivamente dependente da intensidade do exercício de força, pelo menos em sessões com a TON equalizada. Caso as sessões sigam delineamentos diferentes, porém com a mesma TON, o lactato sanguíneo parece seguir o mesmo padrão de resposta. Em conjunto, esses dados sugerem que a organização da intensidade e volume associada à CET no exercício de força não é determinante da CIT – principalmente, se a TON for semelhante. Além disso, esse dados indicam que a TON é uma variável (relacionada à CET) determinante para a resposta do lactato sanguíneo.

Em contrapartida, ao avaliar o efeito de três intensidades do exercício de força: uma série com quatro repetições a 90% do valor de 1 RM, uma série com seis repetições a 60% do valor de 1 RM e uma série com 12 repetições a 30% do valor de 1 RM – todas as séries com a mesma TON, Lagally et al. (2002b) observaram aumento da concentração de lactato após todos os esquemas realizados. Contudo, esses autores reportaram maior concentração de lactato sanguíneo após a série realizada a 90% do valor de 1 RM em comparação à série realizada a 30% do valor de 1 RM. Não houve diferença significativa entre a série realizada a 30% e a série realizada a 60% do valor de 1 RM, assim como a série realizada a 60% e a série realizada a 90% do valor de 1 RM. A diferença observada na concentração de lactato entre as série realizadas a 90% e a 30% do valor de 1 RM sugere que a contribuição do metabolismo anaeróbio é maior no exercício de força realizado em alta intensidade, independentemente do número de repetições realizadas. Uma possível explicação para a maior produção de lactato após a série realizada em alta intensidade (90% do valor de 1 RM) e baixo volume (seis repetições) seria o maior recrutamento de unidades motoras de contração rápida. Segundo o princípio do

tamanho, as unidades motoras constituídas por motoneurônios menores seriam recrutadas antes das unidades motoras constituídas por motoneurônios maiores (FLECK; KRAEMER, 2006). Assim, para superar uma determinada carga, primeiramente seriam recrutadas as fibras do tipo I, que possuem alta atividade oxidativa e baixa atividade glicolítica (FLECK; KRAEMER, 2006). Porém, quando a carga (intensidade) é incrementada, exigindo maior produção de força, seriam progressivamente ativadas, além das fibras do tipo I, as fibras do tipo II – primeiramente IIa, seguidas das fibras IIb (FLECK; KRAEMER, 2006). Ao contrário das fibras do tipo I, as fibras do tipo II possuem baixa atividade oxidativa e alta atividade glicolítica (FLECK; KRAEMER, 2006). Considerando que, no estudo de Lagally et al. (2002b), foi observada maior concentração de lactato após a série realizada a 90% do valor de 1 RM (seis repetições) em comparação com a série realizada a 30% do valor de 1 RM (12 repetições), é possível que a maior carga utilizada na série a 90% do valor de 1RM tenha promovido maior recrutamento das fibras de contração rápida. Essas fibras possuem alta atividade glicolítica e, conseqüentemente, maior capacidade de produzir lactato. Diante desse cenário, é plausível assumir que a maior concentração de lactato sanguíneo na série realizada em alta intensidade (90% do valor de 1 RM) se deva ao tipo de fibras recrutadas.

Buitrago et al. (2012) também encontraram diferentes respostas na concentração de lactato sanguíneo em protocolos realizados em diferentes intensidades. Os protocolos realizados em baixa intensidade (BI) apresentaram maior concentração de lactato em comparação aos realizados em moderada intensidade (MI). Da mesma maneira, a concentração de lactato foi maior para MI em relação aos protocolos realizados em alta intensidade (AI). Entretanto, a TON foi diferente entre os protocolos (BI > MI > AI). Novamente, é possível especular que a TON tenha influenciado a concentração de lactato, avaliada após os protocolos, realizados em diferentes intensidades, uma vez que o protocolo com maior concentração de lactato (BI) foi também aquele com maior TON.

Posteriormente, Buitrago et al. (2013) observaram maior concentração de lactato em resposta a um protocolo realizado a 55% do valor de 1 RM (RFR) em comparação a três outros protocolos: um realizado a 85% do valor de 1 RM (F), outro realizado a 55% do valor de 1 RM (RF) e o último protocolo realizado a 70% do valor de 1 RM (H). Porém, os protocolos utilizados por esses autores, executados até a falha concêntrica, envolveram diferentes números de repetições e modos de

ação muscular, o que promoveria maior tempo de contração em trabalho concêntrico no protocolo RFR em comparação a F, RF e H. Apesar da baixa intensidade utilizada no protocolo RFR (55% do valor de 1 RM), provavelmente o tempo e o modo da ação muscular promoveram a maior concentração de lactato observada. Esses resultados indicam que a concentração de lactato não é influenciada, exclusivamente, pela intensidade do exercício de força, uma vez que o protocolo com menor intensidade promoveu maior padrão de resposta de concentração de lactato. Além disso, os protocolos RFR e RF utilizaram a mesma intensidade (55% do valor de 1 RM), mesmo assim, esses protocolos apresentaram diferentes respostas de concentração de lactato.

Rogatzki et al. (2013) também reportaram diferentes respostas de concentração de lactato sanguíneo a três protocolos realizados em diferentes intensidades, porém com similar TON. Os participantes, 16 homens treinados, foram submetidos a três protocolos: Resistência (duas séries de 20 repetições a 53% do valor de 1 RM com 45 segundos de intervalo entre séries), Força Máxima (cinco séries de cinco repetições a 85% do valor de 1 RM com 180 segundo de intervalo entre séries) e Hipertrofia (três séries de 10 repetições a 70% do valor de 1 RM com 120 segundos de intervalo entre séries). Os protocolos foram realizados com intervalo entre três e sete dias em uma ordem aleatória. Foi observada maior concentração de lactato no protocolo de Resistência em comparação ao protocolo de Força Máxima. Esses autores defendem que o maior número de repetições e o menor intervalo de tempo entre séries no protocolo de Resistência influenciaram a resposta de lactato. É possível que a maior densidade de treinamento (razão tempo de trabalho/tempo de recuperação) tenha promovido a maior concentração de lactato sanguíneo no protocolo de Resistência. Além disso, os protocolos foram realizados utilizando diferentes séries, repetições, intensidade e intervalo entre séries. Assim, não é possível afirmar que a intensidade do exercício de força, por si só, tenha influenciado a resposta de concentração de lactato sanguíneo. Na verdade, o protocolo com menor intensidade e maior volume (número de repetições) promoveu a maior resposta do lactato, mesmo com a TON equalizada entre os protocolos.

Os resultados do presente estudo, em conjunto com os achados de Charro et al. (2010) e Thornton et al. (2011), indicam que a concentração de lactato (parâmetro associado à CIT) não é exclusivamente dependente da intensidade do

exercício de força (parâmetro associado à CET) quando a TON é equalizada. Por outro lado, o estudo de Lagally et al. (2002b), Buitrago et al. (2012) e Buitrago et al. (2013) evidenciaram diferentes respostas na concentração de lactato entre sessões implementadas com diferentes intensidades. Porém, no caso dos estudos de Buitrago e colaboradores (2012, 2013), as sessões de menor intensidade induziram maior aumento de lactato. Já no estudo de Lagally et al (2002b), a série de maior intensidade induziu maior valor de lactato, mesmo com a TON equalizada entre as séries realizadas em diferentes intensidades. A partir desses estudos controversos, não é possível afirmar que a intensidade seja o principal fator determinante para a resposta do lactato sanguíneo. A influência da TON sobre a resposta do lactato precisa ser investigada com mais profundidade. Entretanto, esses achados reforçam a hipótese de que essa variável exerce papel relevante sobre a resposta metabólica ao exercício de força.

Outro marcador relacionado a situações de estresse elevado é a resposta do cortisol (BOSCO et al., 2000; AHTIAINEM et al., 2003; SMILIOS et al., 2003; MCGUIGAN et al., 2004; CREWETHER et al., 2008; MCCAULLEY et al., 2009; UCHIDA et al., 2009; NUNES et al., 2011; LEITE et al., 2011). O comportamento desse hormônio tem sido investigado em diferentes modelos de exercício físico, a fim de determinar o nível de estresse imposto ao organismo (SELYE, 1936; VIRU, 1992; ADLERCREUTZ et al., 1986; BOSCO et al., 2000; AHTIAINEM et al., 2003; SMILIOS et al., 2003; MCGUIGAN et al., 2004; CREWETHER et al., 2008; MCCAULLEY et al., 2009; UCHIDA et al., 2009; CHARRO et al., 2010; NUNES et al., 2011; LEITE et al., 2011). No presente estudo, a concentração de cortisol não apresentou alteração no momento pós-sessão em comparação ao momento pré-sessão em ambas sessões. Além disso, não houve diferença entre a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM em nenhum dos momentos avaliados (pré e pós). Esses resultados sugerem que a organização das sessões não foi capaz de modular a concentração de cortisol.

A possível explicação para a ausência de alteração do cortisol pode estar relacionado ao comportamento circadiano desse hormônio. Já é bem estabelecido que o cortisol sofre forte variação ao longo do dia (VELDHUIS et al., 1989; VAN CAUTER et al., 1996; KANALEY et al., 2001). A concentração desse hormônio atinge o seu valor máximo, aproximadamente, em 30 a 60 minutos após o despertar (VELDHUIS et al., 1989; VAN CAUTER et al., 1996). É importante ressaltar que as

sessões foram conduzidas entre 10h00 e 12h00, portanto, provavelmente, a coleta pré-sessão ocorreu após o momento de valor máximo no dia. A partir desse momento de pico, a concentração de cortisol sofre queda significativa, que estende no decorrer do dia (VELDHUIS et al., 1989). Portanto, é possível especular que o efeito do ciclo circadiano, que promove redução desse glicocorticoide ao longo do dia, tenha sobrepujado o efeito estimulador do exercício físico. Isso poderia explicar a inalteração do cortisol salivar observada no presente estudo. Os achados de Scheen et al. (1998) ilustram a hipótese de que a resposta do cortisol ao exercício físico pode ser influenciada pelo período do dia. Neste estudo, foi observado que a resposta de aumento do cortisol ao estímulo do exercício aeróbio só foi evidenciada no período vespertino. A mesma sessão de exercício aeróbio executada no período noturno ou matutino não promoveu modulação sobre a concentração de cortisol (Scheen et al., 1998). Entretanto, a resposta do cortisol ao exercício em diferentes momentos do dia ainda é controversa (BRANDENBERGER et al., 1982; THUMA et al., 1995; GALLIVEN et al., 1997; SCHEEN et al., 1998; KANALEY et al., 2001).

No presente estudo, apesar de não ter sido detectada alteração significativa no cortisol salivar após as sessões, houve tendência de aumento do hormônio similar para ambas as sessões. Além disso, próximo ao meio-dia, seria esperado menor valor para o cortisol em condições de repouso ($<7,5 \text{ nmol.L}^{-1}$) que o observado no presente estudo ($\sim 9 \text{ nmol.L}^{-1}$).

Outros estudos também avaliaram o comportamento do cortisol em resposta ao exercício de força. Por exemplo, Smilios et al. (2003) observaram maior concentração de cortisol nas sessões com quatro séries em comparação com as sessões com duas séries em protocolos de Hipertrofia (10 repetições a 75% do valor de 1 RM com dois minutos de intervalo entre séries) e Resistência (15 repetições a 60% do valor de 1 RM com um minuto de intervalo entre séries). Além disso, a concentração de cortisol foi maior nos protocolos de Hipertrofia e Resistência em comparação a um protocolo de Força Máxima (cinco repetições a 88% do valor de 1 RM com três minutos de intervalo entre séries), nos quais quatro e seis séries foram realizadas, embora a concentração de cortisol tenha sido maior após o protocolo de Resistência em comparação ao de Força Máxima somente quando duas séries foram realizadas. Vale mencionar que o maior número de séries está associado à maior quantidade de trabalho (J) executado, que, por sua vez, exerce influência sobre a resposta hormonal. Sendo assim, os protocolos R e H, que apresentaram

maior quantidade de trabalho (J) (aproximadamente 70.000 J e 60.000 J para quatro séries, respectivamente), foram aqueles com maior resposta hormonal. Em contraposição, o protocolo F, que apresentou menor quantidade de trabalho (33.000 J para quatro séries) foi aquele com menor magnitude de resposta hormonal. Esses resultados sugerem que a quantidade de trabalho total gerada (parâmetro relacionado com a CET) afeta as respostas hormonais (parâmetro associado à CIT), considerando que o maior trabalho gerado, nas condições como maior número de séries, determinou o padrão de resposta do cortisol.

Goto et al. (2005) também investigaram a resposta hormonal à sessão de exercício de força comparando um protocolo com séries contínuas (SC) e um protocolo com séries com interrupção (SI). O protocolo SC consistiu de três a cinco séries de 10 RM com intervalo de um minuto entre séries para os exercícios *pulley* frente, desenvolvimento de ombros e extensão de joelhos. O protocolo SI consistiu do mesmo delineamento do protocolo SC, porém foi respeitado o período de intervalo de 30 segundos exatamente na metade de cada série de cada exercício. A resposta hormonal aguda (GH, adrenalina e noradrenalina) apresentou aumento para ambos os protocolos. Entretanto, a resposta hormonal foi maior ainda para o protocolo SC em comparação ao protocolo SI. Não houve diferença na resposta de testosterona em nenhum dos protocolos. A ausência de intervalo no meio de cada série no protocolo SC tornou o estímulo externo mais concentrado, aumentando, assim, a densidade da sessão de treinamento nesse protocolo. Por outro lado, a inclusão da pausa no meio da série do protocolo SI deve ter atenuado o nível de estresse imposto ao organismo, dessa forma, minimizando a resposta hormonal. Esses resultados sugerem que o delineamento da sessão em relação ao intervalo durante a série influenciou a resposta hormonal observada, mesmo quando ambos protocolos utilizaram a mesma intensidade (10 RM), volume (três a cinco séries com 10 RM) e TON.

Já Crewther et al. (2008) avaliaram três diferentes protocolos de exercício de força: P (oito séries de seis repetições a 45% do valor de 1 RM), H (10 séries de 10 repetições a 75% do valor de 1 RM) e F (seis séries de quatro repetições a 88% do valor de 1 RM). Apenas o protocolo H apresentou aumento na concentração de cortisol, e não houve diferença entre os protocolos P e F. Embora os protocolos tivessem a mesma duração, a manipulação das variáveis agudas do treinamento (séries, repetições, intensidade, velocidade de execução e intervalo de recuperação)

foi diferente entre os protocolos, influenciando a resposta do cortisol (por exemplo, maior concentração de cortisol em H, comparado a P e F). Contudo, conforme já mencionado, a concentração de cortisol foi semelhante entre os protocolos P e F. Crewther et al. (2008) levantam a hipótese de que a equalização da TON poderia explicar esse padrão de resposta observado nos protocolos P e F, apesar da diferença na prescrição da intensidade. Essa manipulação (TON equalizada entre P e F) tornaria a CET semelhante, o que explicaria a resposta hormonal similar entre os dois protocolos. Além disso, o protocolo H, que resultou no aumento do cortisol, foi o que apresentou maior TON entre todos. Os achados desse estudo apontam para a influência determinante da TON sobre a resposta hormonal.

Assim como o presente estudo, Charro et al. (2010) também encontraram resposta similar para o cortisol, após duas sessões realizadas com diferentes delineamentos. A primeira sessão utilizou o método múltiplas séries (MS) sendo composta por três séries a 75% do valor de 1 RM para três exercícios diferentes (supino, *pec-deck* e supino declinado). A outra sessão utilizou os mesmos exercícios, seguindo o método pirâmide (P), sendo que a primeira série foi realizada a 67% do valor de 1 RM, a segunda a 74% do valor de 1 RM e a terceira a 80% do valor de 1 RM. Apesar das repetições e intensidades utilizadas terem sido diferentes entre sessões e até mesmo entre séries (somente na sessão utilizando o método P), a concentração de cortisol foi semelhante entre sessões. Esses achados indicam que o delineamento da sessão não determinou a resposta do hormônio cortisol. Mais uma vez, os autores desse trabalho atribuíram esse padrão de resposta semelhante entre as sessões ao processo de equalização da TON. Assim como no estudo de Crewther et al. (2008), os achados de Charro et al. (2010) reforçam a hipótese de que, além da intensidade, outros parâmetros relacionados à CET podem afetar a resposta interna.

Outro estudo mais recente também apresentou resultados que contribuem para essa linha de raciocínio. Leite et al. (2011) avaliaram duas sessões do exercício de força com a mesma intensidade, porém com TON diferente. Utilizando 80% do valor de 1 RM, a primeira sessão foi composta por três séries de seis repetições para os exercícios de supino, *leg press*, *pulley* frente, flexão de joelho, elevação lateral e extensão de joelho, enquanto a segunda sessão foi composta por três séries de 12 repetições para os mesmos exercícios. Desta forma, a sessão com três séries de 12 repetições teve o dobro da TON que a sessão com três séries de seis repetições.

Em resposta à manipulação da TON, a sessão com três séries de 12 repetições apresentou maior resposta de cortisol que a sessão com três séries de seis repetições. Esses achados também corroboram a hipótese de que a TON é importante fator na modulação da resposta hormonal aguda, uma vez que a intensidade do exercício de força se manteve constante entre as sessões.

Os resultados do presente estudo, assim como os achados de Charro et al. (2010), indicam que sessões realizadas com diferentes delineamentos apresentam semelhante resposta de cortisol quando a mesma TON é utilizada. Esses achados ainda sugerem que essa resposta pode estar associada à TON implementada na sessão, assim como observado nos estudos de Leite et al. (2011) e de Crewther et al. (2008) que encontraram maiores respostas hormonais em protocolos com maior TON em comparação a protocolos com menor TON. Nesse contexto, é plausível assumir que sessões com a mesma TON (parâmetro relacionado à CET) causariam semelhante resposta hormonal (parâmetro associado à CIT).

Entretanto, Uchida et al. (2009) encontraram respostas diferentes ao investigar quatro sessões do exercício de força com a mesma TON e delineamentos distintos, utilizando o supino reto (quatro séries de repetições máximas a 50% do valor de 1 RM, cinco séries de repetições máximas a 75% do valor de 1 RM, 10 séries de repetições máximas a 90% do valor de 1RM e oito séries de repetições máximas a 110% do valor de 1 RM, somente com ações excêntricas). Apenas o protocolo realizado a 75% do valor de 1 RM apresentou maior concentração de cortisol no período pós exercício e não houve diferença na concentração de cortisol entre os demais protocolos. Apesar da equalização da TON, o protocolo executado a 75% do valor de 1 RM apresentou a maior resposta hormonal entre sessões. Entretanto, vale mencionar que outros protocolos, realizados em maior intensidade (90% do valor de 1 RM e 110% do valor de 1 RM), não provocaram alteração significativa do cortisol. A forma de organização do protocolo realizado a 75% do valor de 1 RM foi determinante para a resposta observada. Outro ponto que precisa ser considerado ao interpretar os achados de Uchida et al. (2009) é o fato do protocolo realizado a 75% do valor de 1 RM ter apresentado maior densidade de treinamento. Considerando que o tempo de recuperação se manteve constante entre os protocolos (dois minutos) e o número de repetições do protocolo executado a 75% do valor de 1 RM (11 repetições) ter sido maior que os outros dois protocolos realizados em maior intensidade (90% e 110% do valor de 1 RM – quatro repetições

para ambos), é plausível assumir que a razão entre o tempo de trabalho e o intervalo teria sido maior neste protocolo (75% do valor de 1 RM). Logo, a maior densidade de treinamento no protocolo realizado a 75% do valor de 1 RM é um dos possíveis determinantes da maior concentração de cortisol, o que explicaria parcialmente a diferença observada entre os protocolos. Por outro lado, o protocolo realizado a 50% do valor de 1 RM (20 repetições) apresentou maior número de repetições que o protocolo executado a 75% do valor de 1 RM (11 repetições). Portanto, a densidade, por si só, não explicaria a maior resposta do protocolo realizado a 75% do valor de 1 RM. Os achados de Uchida et al. (2009) são um ótimo exemplo do efeito da complexa interação das variáveis que compõe a CET sobre a magnitude de respostas internas, como a concentração de cortisol.

Os estudos de Goto et al. (2005) e Uchida et al. (2009) encontraram diferentes respostas hormonais mesmo em protocolos com semelhante TON. No caso do estudo de Goto et al. (2005), ambos os protocolos foram realizados em uma mesma intensidade (10 RM), volume (três a cinco séries por exercício) e TON, porém, os protocolos foram diferenciados pela pausa de intervalo utilizada no meio de cada série de cada exercício (30 segundos). Essa pausa, utilizada somente em um dos protocolos, minimizou as respostas hormonais observadas nesse protocolo. Por outro lado, o protocolo sem a pausa de 30 segundos no meio de cada série de cada exercício deixou o estímulo externo mais concentrado, promovendo a maior densidade de treinamento (razão tempo de trabalho/tempo de recuperação) nesse protocolo. A maior razão entre o tempo de trabalho e a recuperação no protocolo sem a pausa teria influenciado a maior resposta hormonal encontrada nesse protocolo. Assim como observado no estudo de Goto et al. (2005), o estudo de Uchida et al. (2009) também sugere que a densidade do estímulo do TF é outro fator externo determinante para as respostas internas.

Em conjunto, os resultados do presente estudo e os achados dos estudos acima apresentados indicam que a complexa relação entre as variáveis do TF, que configuram a CET, pode influenciar de maneiras diferentes a magnitude das respostas internas, como o perfil hormonal. Sem dúvida, essa área de investigação, a respeito de como as diferentes formas de prescrever a CET no TF afetam a CIT ainda precisa ser mais explorada.

Além das respostas objetivas, como o lactato e o cortisol, respostas subjetivas a diferentes modelos de exercício de força tem sido bastante investigadas desde do

início da década de 1990, destacando-se o comportamento da PSE (SUMINSKI et al., 1997). No presente estudo, a PSE entre séries apresentou aumento progressivo em relação ao tempo em ambas as sessões (sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). Além disso, a PSE entre séries foi maior na sessão realizada a 70% do valor de 1 RM que na sessão realizada a 35% do valor de 1 RM, apesar do protocolo de maior intensidade ter apresentado menor número de repetições a 70% do valor de 1 RM e TON similar ao protocolo de menor intensidade. Considerando que a PSE reflete a intensidade do exercício, essa resposta observada já era esperada. Da mesma maneira, Suminski et al. (1997) também verificaram diferentes respostas na PSE após o exercício de força realizado em intensidades distintas. A PSE apresentou maior escore após uma única série de exercícios de força a 70% do valor de 1 RM em relação a uma única série com os mesmos exercícios realizada a 50% do valor de 1 RM. Esses achados reforçam os resultados encontrados pelo presente estudo.

Gearhart et al. (2001) também encontraram diferentes respostas da PSE (geral e específica ao músculo ativado) em duas sessões realizadas em diferentes intensidades (cinco repetições a 90% do valor de 1 RM e 15 repetições a 30% do valor de 1 RM), ambas compostas por sete exercícios para os principais grupamentos musculares. Tanto a PSE específica ao músculo ativado quanto a PSE geral apresentaram resposta de aumento linear com o decorrer das sessões. Ainda assim, a sessão realizada a 90% do valor de 1 RM apresentou maior escore em relação a sessão realizada a 30% do valor de 1 RM, mesmo com menor número de repetições executadas e a TON equalizada entre sessões. Esses achados confirmam que o aumento do escore da PSE acompanha o aumento da intensidade, uma vez que a sessão com alta intensidade apresentou maior escore da PSE, independentemente da organização das outras variáveis como o volume de repetições e a TON.

Gearhart et al. (2002) reportaram maior escore da PSE específica ao músculo ativado em uma sessão realizada a 90% do valor de 1 RM (cinco repetições) em comparação a uma sessão realizada a 30% do valor de 1 RM (15 repetições) com semelhante TON, ambas compostas por sete exercícios. Por exemplo, a média inicial da PSE para o primeiro exercício realizado foi de aproximadamente 14 (escala de Borg 6-20) para a sessão com alta intensidade (sessão realizada a 90% do valor de 1 RM) e aproximadamente oito para a sessão realizada em baixa intensidade

(sessão realizada a 30% do valor de 1 RM). Esses resultados indicam que a PSE específica ao músculo ativado aumenta linearmente com a intensidade do exercício de força, mesmo quando a TON é equalizada entre sessões. Utilizando delineamento semelhante, Lagally et al. (2002a) também encontraram maiores escores da PSE geral e da PSE específica ao músculo ativado em uma sessão realizada em alta intensidade (uma série com cinco repetições a 90% do valor de 1 RM) em relação a uma sessão realizada em baixa intensidade (uma série com 15 repetições a 30% do valor de 1 RM) com TON semelhante. Esses resultados indicam que o aumento da intensidade do exercício de força reflete no escore da PSE (geral e específica ao músculo ativado) mesmo quando a TON é semelhante entre sessões.

Os estudos de Suminski et al. (1997), Gearhart et al. (2001), Gearhart et al. (2002) e Lagally et al. (2002a), em conjunto com os achados do presente estudo, ao avaliar duas sessões do exercício de força realizadas em diferentes intensidades (35% do valor de 1 RM e 70% do valor de 1 RM), indicam que o escore da PSE aumenta concomitantemente à intensidade da sessão. Esses achados comprovam o uso da PSE como uma ferramenta eficaz para avaliar a intensidade do exercício de força, uma vez que a PSE foi diretamente influenciada pela intensidade utilizada, mesmo em situações que a TON foi deliberadamente equalizada.

Assim como a PSE entre séries, a PSE da sessão apresentou maior escore após a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM que após a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM. Do mesmo modo, Day et al. (2004) encontraram aumento do escore da PSE da sessão em resposta ao aumento da intensidade. No estudo de Day et al. (2004), a PSE da sessão foi avaliada após uma única série em alta (4-5 repetições a 90% do valor de 1 RM), moderada (10 repetições a 70% do valor de 1 RM) e baixa intensidade (15 repetições a 50% do valor de 1 RM). Em resposta à manipulação da CET, a PSE da sessão foi maior para alta intensidade em comparação a moderada e baixa intensidade, e moderada intensidade foi maior que baixa intensidade, reforçando a eficácia dessa ferramenta para avaliar a intensidade da sessão.

Singh et al. (2007) também encontraram maior escore da PSE da sessão em protocolos realizados em intensidades elevadas. Ao comparar diferentes protocolos realizados com três séries, o escore da PSE da sessão foi maior para protocolos realizados a 90% do valor de 1 RM (cinco repetições) e a 70% do valor de 1 RM (10

repetições) em comparação a um protocolo realizado a 50% do valor de 1 RM (cinco repetições em velocidade máxima). As diferenças entre os protocolos utilizados por Singh et al. (2007) não permitem concluir qual é a variável determinante para a magnitude da PSE, uma vez que os protocolos apresentam, intensidades, intervalos, volumes e velocidades diferentes. No entanto, apesar dessas características peculiares de cada protocolo, de maneira geral, a maior intensidade do exercício (70% e 90%) provocou maior resposta da PSE.

Por outro lado, Charro et al. (2010) encontraram semelhante resposta da PSE da sessão, avaliada após duas sessões realizadas com diferentes delineamentos: sessão realizada utilizando o método múltiplas séries (MS) com três séries a 75% do valor de 1 RM *versus* sessão realizada utilizando o método pirâmide (P) com a primeira série a 67% do valor de 1 RM, a segunda a 74% do valor de 1 RM e a terceira a 80% do valor de 1 RM. Apesar da organização da intensidade ter sido diferente (constante *versus* crescente), a intensidade média utilizada no protocolo P (67%, 74% e 80% = 74%) foi semelhante ao valor utilizado no protocolo MS (75%). Além disso, o número total de repetições realizado foi semelhante entre P e MS. Da mesma forma, a TON também foi semelhante entre sessões. Portanto, apesar da organização diferente, muitos parâmetros relacionados à CET foram semelhantes entre os protocolos. Essas semelhanças provavelmente tornaram o estímulo externo parecido, dessa forma, determinando a similar resposta de esforço percebido.

Esses resultados, em conjunto com os resultados do presente estudo, indicam que a PSE da sessão é fortemente influenciada pelo delineamento da sessão (CET). Além disso, o presente estudo também utilizou a PSE da sessão para determinar a CIT (PSE da sessão $\times$ número de repetições). Nenhuma diferença foi observada na CIT entre a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM. Apesar da diferença observada em relação à PSE da sessão entre as sessões (35% – 3,24 *versus* 70% – 6,27), é importante lembrar que a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM teve o dobro do número de repetições ($8 \times 10 = 80$) que a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM ($8 \times 5 = 40$). Como resultado da manipulação deliberada da CET, no presente estudo, sendo uma sessão realizada em intensidade duas vezes maior que a outra, no entanto, com o volume reduzido pela metade (70% do valor de 1 RM com cinco repetições *versus* 35% do valor de 1 RM com 10 repetições), foi observada magnitude de CIT similar entre as sessões. Esses resultados indicam que manipulação da CET com intuito de promover

equalização da TON promove semelhantes respostas em relação à magnitude da CIT.

Por outro lado, quando a TON utilizada é distinta entre sessões são evidenciadas diferentes respostas em relação à CIT (MIRZA et al. 2012). Por exemplo, Mirza et al. (2012) encontraram diferença significativa na CIT avaliada entre protocolos de força máxima (F), hipertrofia (H) e potência (P), realizados com diferentes TON. O protocolo F consistiu de três séries de três repetições a 75-90% do valor de 1 RM com cinco minutos de intervalo. O protocolo H consistiu de três séries de 10 repetições a 65-75% do valor de 1 RM com um minuto de intervalo e a sessão P consistiu de três séries de cinco repetições a 25-40% do valor de 1 RM com máxima velocidade de execução e três minutos de intervalo. Todas as sessões envolveram sempre os mesmos quatro exercícios: supino, agachamento, desenvolvimento e remada. Além disso, a TON foi maior para o protocolo H em comparação aos outros dois (P e F), assim como em P foi maior que em F. Com relação à CIT, o protocolo F apresentou maior resposta em comparação aos protocolos H e P. Da mesma maneira, o protocolo H apresentou maior CIT em comparação a P. No entanto, no estudo de Mirza et al. (2012), a CIT foi calculada por meio do produto entre o escore da PSE da sessão pela duração da sessão. Inicialmente, esses resultados sugerem que a CIT não depende da TON. Entretanto, se outra metodologia for utilizada para calcular a CIT, os resultados podem ser diferentes do apresentado por Mirza et al. (2012). Por exemplo, quando a CIT é calculada pelo número de repetições realizadas em cada sessão no estudo de Mirza et al. (2012), o protocolo com maior TON (H) também apresenta maior CIT: $3 \text{ séries} \times 10 \text{ repetições} \times 4 \text{ exercícios} \times 7 \text{ (valor aproximado da PSE da sessão)} = 840 \text{ UA}$. Da mesma maneira, o protocolo com menor TON (P) apresenta a menor CIT: $3 \text{ séries} \times 5 \text{ repetições} \times 4 \text{ exercícios} \times 2 \text{ (valor aproximado da PSE da sessão)} = 120 \text{ UA}$. Seguindo a mesma linha de raciocínio, o protocolo com TON intermediária (F) aos demais protocolos apresenta valor de CIT correspondente $(3 \text{ séries} \times 3 \text{ repetições} \times 4 \text{ exercícios} \times 4 \text{ (valor aproximado da PSE da sessão)}) = 144 \text{ UA}$. É importante ressaltar que, para o exercício de força, evidências anteriores atestam que o uso do número de repetições é melhor indicador de volume do que o tempo da sessão (FOSTER et al. 2001; MACGUIGAN; FOSTER, 2004). Apesar da diferença entre sessões realizadas na manipulação das séries, repetições, tempo de recuperação e intensidade, a sessão com maior TON apresentou maior valor da CIT

quando mensurada por meio do produto da PSE da sessão pelo número de repetições na sessão. Esses resultados indicam que a TON parece exercer um papel central para a magnitude da CIT.

O presente estudo fornece evidência de que a intensidade do exercício de força não é o único fator determinante da magnitude da CIT e da resposta de parâmetros associados à mesma, como o lactato sanguíneo e cortisol, principalmente se o volume de repetições compensar a diferença entre as intensidades. É possível que a equalização da TON entre sessões tenha tornado a CET bastante semelhante, modulando as respostas da CIT, do lactato e do cortisol. Contudo, a percepção de esforço, assim como a contração muscular voluntária, dependem do comando motor central, definido como a atividade de áreas pré-motoras e motoras do cérebro (MARCORA, 2009). Segundo o paradigma proposto por Marcora (2009) para explicar a construção da PSE, o comando motor central enviaria sinais neurais corolários, que, por sua vez, seriam processados por áreas sensoriais do cérebro para gerar a percepção de esforço. Sendo assim, a contração voluntária realizada na sessão referente a 70% do valor de 1 RM geraria maior atividade de áreas pré-motoras e motoras do cérebro em relação à sessão realizada a 35% do valor de 1 RM, o que poderia explicar o maior escore da PSE da sessão e PSE entre séries na sessão com maior intensidade (sessão realizada a 70% do valor de 1 RM) em comparação à sessão executada em menor intensidade. Além disso, o modelo teórico proposto por Marcora (2009) sugere que, apesar da alta correlação observada entre marcadores de estresse (lactato sanguíneo, por exemplo) e a percepção de esforço durante o exercício físico (FAULKNER et al., 2007), isso não significa necessariamente que esses dois fatores apresentem relação de causa e efeito. Para Marcora (2009) a resposta da PSE não depende diretamente dos estímulos aferentes metabólicos, por exemplo, a sensibilização dos quimioceptores decorrente do aumento do lactato (H). Em parte, os resultados do presente estudo demonstram a dissociação entre as respostas do lactato e da PSE, uma vez que o comportamento da PSE (maior escore no protocolo realizado em maior intensidade) não foi acompanhado pela resposta do lactato, que se mostrou semelhante entre os protocolos.

O efeito do gênero sobre a magnitude da CIT e parâmetros associados (lactato e cortisol) à mesma CET também foi objeto de estudo desta dissertação. Os resultados apresentados sugerem que o gênero não afeta a resposta das variáveis

investigadas. Não foi verificada diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo entre gêneros (masculino e feminino) em ambas as sessões (sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e sessão realizada 70% do valor de 1 RM) em nenhum dos momentos avaliados. Da mesma forma, não foi detectada diferença na concentração de cortisol entre gêneros. Também não houve diferença na PSE entre séries e nem mesmo na PSE da sessão entre gêneros nas sessões avaliadas. E, finalmente, calculada pelo método da PSE da sessão, a CIT apresentou semelhante resposta entre o gênero masculino e feminino, independente da intensidade das sessões.

Esses achados indicam que ambos os gêneros respondem de forma similar ao estímulo externo do TF. É importante ressaltar que os participantes dos diferentes gêneros, quando submetidos à mesma sessão, seja a sessão realizada a 35% do valor de 1 RM ou a sessão realizada a 70% do valor de 1 RM, realizaram o mesmo número de séries e repetições, com a mesma intensidade, tempo de recuperação e velocidade de execução. Essa manipulação das variáveis agudas do TF (CET) gerou semelhantes respostas entre gêneros na magnitude da CIT e parâmetros associados como a PSE, concentração de lactato sanguíneo e concentração de cortisol. Esses resultados se alinham aos achados de Tomporowski (2001). Ambos os autores avaliaram a influência do gênero sobre a resposta da PSE. Os participantes do gênero masculino e feminino, distribuídos em dois grupos (alto volume e baixo volume), apresentaram padrão de resposta similar na PSE avaliada, em cada grupo, ao longo de 25 semanas de treinamento. Ao serem submetidos à mesma CET, a influência do gênero não foi observada na resposta da PSE (parâmetro associado a CIT).

O'Connor et al. (2002) também não observaram diferenças na PSE entre participantes do gênero masculino e participantes do gênero feminino submetidos à mesma CET. Para ambos os gêneros, a CET implementada foi constituída do mesmo exercício excêntrico de extensão de cotovelo, realizado em três intensidades diferentes (80%, 100% e 120% do valor da força concêntrica voluntária máxima) com a TON equalizada pela manipulação do número de repetições: 80% (n = 45), 100% (n = 36) e 120% (n = 30). Não houve diferença significativa entre gêneros para a média do escore da PSE avaliado em cada uma das intensidades. Esses resultados sugerem que a PSE não sofreu influência do gênero quando a magnitude da CET foi a mesma.

Da mesma maneira, Pincivero et al. (2004) encontraram semelhante resposta da PSE ao avaliar o efeito do gênero em participantes submetidos a um mesmo protocolo experimental, constituído de uma única série do exercício de extensão de joelho a 50% do valor de 1 RM realizado até a exaustão. Participantes do gênero masculino e feminino não apresentaram diferenças entre o número de repetições realizadas até a exaustão e o escore da PSE avaliado entre as repetições. Ainda utilizando a PSE, Lagally et al. (2006) encontraram semelhantes respostas da PSE geral e PSE específica ao músculo ativado entre participantes do gênero masculino e feminino após uma única repetição do exercício de extensão de joelho em cada uma das intensidades: 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% do valor de 1 RM. Em conjunto, esses achados indicam que o gênero não influencia o padrão de resposta da PSE (parâmetro associado à CIT).

Entretanto, Szivak et al. (2013) encontraram diferentes respostas na concentração de lactato sanguíneo (parâmetro associado à CIT) entre participantes do gênero masculino e feminino, mesmo submetidos ao mesmo protocolo experimental. Nesse estudo (Szivak et al., 2013), foi observado efeito do gênero na resposta do lactato sanguíneo em participantes submetidos a semelhante sessão. Entretanto, nenhuma diferença foi observada no cortisol e na PSE. A sessão foi realizada a 75% do valor de 1 RM, utilizando o modelo tri-série, nos exercícios de agachamento, supino e agachamento terra. Iniciou-se com 10 repetições em cada exercício, seguido de uma nova série com nove, outra com oito, com o decréscimo de uma repetição por série até que fosse realizada uma série final com uma única repetição. O gênero masculino apresentou maior concentração de lactato que o gênero feminino imediatamente após e 15 minutos após a sessão. Alguns pontos importantes precisam ser considerados ao interpretar os achados de Szivak et al. (2013). Ambos os gêneros realizaram o total de 55 repetições para cada um dos exercícios, totalizando 165 repetições. Apesar disso, devido ao maior valor absoluto no teste de 1 RM, o gênero masculino levantou aproximadamente 14 toneladas na sessão, enquanto o gênero feminino levantou aproximadamente oito toneladas na sessão. Esses autores sugerem que a maior TON pelo gênero masculino tenha sido o fator responsável pelo maior valor de lactato encontrado neste gênero. Contudo, no presente estudo não foi evidenciada diferença na concentração de lactato sanguíneo entre participantes do gênero masculino e feminino, quando submetidos à

mesma sessão, ainda que os participantes do gênero masculino tenham apresentado maior TON em relação as participantes do gênero feminino.

Os estudo de Tomporowski (2001), O'Connor et al. (2002), Pincivero et al. (2004) e Lagally et al. (2006), não observaram a influência do gênero sobre a PSE. Esses resultados corroboram os achados do presente estudo, que não observou diferença na PSE entre participantes do gênero masculino e feminino submetidos à mesma CET (sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). Entretanto, Szivak et al. (2013) observaram o efeito do gênero na resposta do lactato sanguíneo (parâmetro associado à CIT) em participantes submetidos a uma sessão, mesmo com delineamento semelhante. Esses autores defendem que a maior TON pelo gênero masculino tenha sido o fator responsável pelo maior aumento da concentração de lactato. Em contraposição, no presente estudo, não foi observada influência do gênero na concentração de lactato, mesmo o gênero masculino (2500 kg) apresentando maior TON em comparação ao gênero feminino (1500 kg). É possível que a baixa TON entre as sessões realizadas no presente estudo tenha sido insuficiente para promover possíveis diferenças nessa variável entre os gêneros. Ainda assim, tanto o estudo de Szivak et al. (2013) quanto o presente estudo não encontraram diferença na concentração de cortisol e na PSE. Isso sugere que indivíduos do gênero masculino e feminino apresentam semelhante padrão de resposta para essas variáveis quando submetidos a sessões com mesmo delineamento. A partir desse cenário, se torna imprescindível realizar novos estudos que forneçam maiores informações acerca da influência do gênero nessas variáveis durante o exercício de força.

8 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo sugerem que a equalização da carga levantada na sessão, indicador do trabalho externo realizado, é um fator importante para modular as respostas internas. Mesmo quando diferentes delineamentos são implementados pela manipulação das variáveis do treinamento de força, a equalização da carga levantada torna o estímulo externo semelhante, determinando o padrão de resposta idêntico dos parâmetros investigados. Foram observadas respostas similares no que concerne à magnitude da CIT, à concentração de lactato e ao nível de cortisol nas sessões realizadas com diferentes intensidades (sessão realizada a 35% do valor de 1 RM e sessão realizada a 70% do valor de 1 RM). Esses resultados reforçam a importância do planejamento adequado da CET, levando em consideração a complexa interação entre as variáveis agudas do TF. Além disso, o monitoramento da CIT e parâmetros associados (PSE, lactato e cortisol) emergem como possíveis ferramentas de retroalimentação para o planejamento das CET, considerando que esses parâmetros internos refletem o estresse agudo promovido pelo exercício. Essa resposta interna, em última instância, influenciaria o surgimento das adaptações desejadas. Os resultados apresentados também reforçam achados anteriores de que o gênero não determina a magnitude da CIT e a resposta dos parâmetros associados ao nível de estresse (lactato e cortisol).

REFERÊNCIAS

ADLERCREUTZ, H.; HÄRKÖNEN, M.; KUOPPASALMI, K.; NÄVERI, H.; HUHTANIEMI, I.; TIKKANEN, H.; REMES, K.; DESSYPRIS, A.; KARVONEN, J. Effects of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 7, n. 1, p. 27-28, 1986.

AHTIAINEM, J. P.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 24, n. 6, p. 410-418, 2003.

ALBERTON, C. L.; ANTUNES, A. H.; PINTO, S. S.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E.; CADORE, E. L.; KRUEL, L. F. M. Correlation between rating of perceived exertion and physiological variables during the execution of stationary running in water at different cadences. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 1, p. 155-162, 2011.

BAAR, K. The signaling underlying fitness. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, Ottawa, v. 34, n. 3, p. 411-419, 2009.

BERGSTRÖM, J.; HERMANSEN, L.; HULTMAN, E.; SALTIN, B. **Diet, muscle glycogen and physical performance**. Acta Physiologica Scandinavica, Oxford, v. 71, n. 2, p. 140-150, 1967.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BORG, G. Physical Performance and Perceived Exertion. Lund, Sweden: Gleerup, 1962.

BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. **Scandinavian Journal of rehabilitation medicine**, Stockholm, v. 2, n. 2, p. 92-98, 1970.

BORG, G.; BORG, E. A new generation of scaling methods: level anchored ratio scaling. **Psychologica**, Coimbra, n. 28, p. 15-45, 2001.

BORG, G.; DAHLSTRÖM, H. Psykofysic undersökning av arbete på cikelergonometer. Nordisk. **Nordisk Medicin**, v. 17, n. 62, p. 1383-1386, 1959.

BORG, G.; DAHLSTRÖM, H. The perception of muscular work. **Umeå veten Skapliga Skriftserie**, v. 5, p. 1-26, 1960.

BORG, E.; KAIJSER, L. A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 16, n. 1, p. 57-69, 2006.

BORG, G.; LJUNGGREN, G.; CECI R. The increase of perceive exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 54, n. 4, p. 343-349, 1985.

BORRESEN, J; LAMBERT, M. I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 9, p. 779-795, 2009.

BOSCO, C.; COLLI, R.; BONOMI, R.; VON DUVILLARD, S. P.; VIRU, A. Monitoring Strength training: neuromuscular and hormonal profile. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, n. 1, p. 202-208, 2000.

BOUCHARD, C.; RANKINEM, T.; TIMMONS, J. A. Genomics and genetics in the biology of adaptation to exercise. **Comprehensive Physiology**, Bethesda, v. 1, n. 3, p. 1603-1648, 2011.

BRANDENBERGER, G.; FOLLENIUS, M.; HIETTER, B. Feedback from meal-related peaks determines diurnal changes in cortisol response to exercise. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Chevy Chase, v. 54, n. 3, p. 592-596, 1982.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP Procedures recommendations I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, Arkansas, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

BUCKLEY, J. P.; BORG, G. A. Borg's scales in strength training; from theory to practice in young and older adults. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 36, n. 5, p. 682-692, 2011.

BUDGETT, R. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. **British Journal Sports Medicine**. London, v. 32, n. 2, p. 107-110, 1998.

BUITRAGO, S.; WIRTZ, N.; YUE, Z.; KLEINÖDER, H.; MESTER, J. Effects of load and training modes on physiological and metabolic responses in resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 112, n. 7, p. 2739-2748, 2012.

BUITRAGO, S.; WIRTZ, N.; YUE, Z.; KLEINÖDER, H.; MESTER, J. Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in beach press exercise. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 4, p. 1091-1100, 2013.

CHANG, Y. K.; PAN, C. Y.; CHEN, F. T.; TSAI, C. L.; HUANG, C. C. Effect of resistance exercise training on cognitive function in healthy order adults: a review. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 20, n.4, p. 497-517, 2012.

CHARRO, M. A.; AOKI, M. S.; COUTTS, A. J.; ARAUJO R. C.; BACURAU, R. F. Hormonal, metabolic and perceptual responses to different resistance training systems. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 50, n. 2, p. 229-234, 2010.

COFFEY, V. G. HAWLEY, J. A. The molecular bases of training adaptation. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, n. 9, p. 737-763, 2007.

COUTSS, A. J.; WALLACE, L. K.; SLATTERY, K. M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry and psychology during overreaching and recovery in triathletes. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, n. 2, p. 125-134, 2007.

CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J.; COOK, C. The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 22, n. 1, p. 250-255, 2008.

DAVIES R. C.; ROWLANDS, A. V.; ESTON, R. G. The prediction of maximal oxygen uptake from submaximal ratings of perceived exertion elicited during the multistage fitness test. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 42, n. 12, p. 1006-1010, 2008.

DAY, M. L. MCGUIGAN, M. R.; BRICE, G.; FOSTER, C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 18, n. 2, p. 353-358, 2004.

DE MORREE, H. M.; KLEIN, C.; MARCORA, S. M. Perceptual of effort reflects central motor command during movement execution. **Psychophysiology**, Malden, v. 49, n. 9, p. 1242-1253, 2012.

DIETZ, P.; HOFFMANN, S.; LACHTERMANN, E.; SIMON, P. Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: a systematic review. **Obesity facts**, Basel, v. 5, n. 4, p. 546-560, 2012.

EGAN, B.; ZIERATH, J. R. Exercise metabolism and molecular regulation of skeletal muscle adaptation. **Cell Metabolism**, Cambridge, v. 17, n. 2, p. 162-184, 2013.

ESTON, R. G.; FAULKNER, J. A.; MASON, E. A.; PARFITT, G. The validity of predicting maximal oxygen uptake from perceptually regulated graded exercise tests of different durations. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 97, n. 5, p. 535-541, 2006.

FABRE N.; MOUROT, L.; ZERBINI, L.; PELLEGRINI, B.; BORTOLAN, L.; SCHENA, F. A novel approach for lactate threshold assessment based on RPE. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 8, n. 3, p. 263-270, 2012.

FAULKNER J.; PARFITT, G.; ESTON, R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 101, n. 3, p. 397-407, 2007.

FEIGENBAUM, M. S.; POLLOCK, M. L. Prescription of resistance training for health and disease. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 31, n. 1, p. 38-45, 1999.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science and Sports Exercise**, Hagerstown, v. 30, n. 7, p. 1164-1168, 1998.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FRY, R. W.; MORTON, A. R.; KEAST, D. Periodization of training stress – A review. **Canadian Journal of Sport Sciences**, Champaign, v. 17, n.3, p. 234-240, 1992.

GALLAGHER, K. M.; FADEL, P. J.; STROMSTAD, M.; IDE, K.; SMITH, S. A.; QUERRY, R. G.; RAVEN P. B.; SECHER, N. H. Effects of partial neuromuscular blockade on carotid baroreflex function during exercise in humans. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 533, n.3, p. 861-70, 2001.

GALLIVEN, E. A.; SINGH, A. MICHELSON, D.; BINA, S.; GOLD, P. W.; DEUSTER, P. A. Hormonal and metabolic responses to exercise across time of day and menstrual cycle phase. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 83, n. 6, p. 1822-1831, 1997.

GEARHART, R. E.; GOSS, F. L.; LAGALLY, K. M. JAKICIC, J. M.; GALLAGHER, J.; ROBERTSON, R. J. Standardized scaling procedures for rating perceived exertion during resistance exercise. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 15, n. 3, p. 320-325, 2001.

GEARHART, R. F. JR.; GOSS, F. L.; LAGALLY, K. M.; JAKICIC, J. M.; GALLAGHER, J.; GALLAGHER, K. I.; ROBERTSON, R. J. Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 16, n. 1, p. 87-91, 2002.

GIBSON, A. S. C.; LAMBERT, E. V.; RAUCH, L. H.; TUCKER, R.; BADEN, D. A.; FOSTER, C.; NOAKES T. D. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 8, p. 705-722, 2006.

GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUKA, T.; TAKAMATSU, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 37, n. 6, p. 955-963, 2005.

GOSS, F. L.; ROBERTSON, R. J.; HAILE, L.; KRAUSE, M. P.; NAGLE, E. F.; METZ, K. F.; KIM, K. H. Identification of a rating of perceived exertion-based warning zone to anticipate graded treadmill test termination. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 110, n. 1, p. 213-223, 2010.

GOSS, F. L.; ROBERTSON, R. J.; HAILE, L.; NAGLE, E. F.; METZ, K. F.; KIM, K. H. Use ratings of perceived exertion to anticipate treadmill test termination in patients taking beta-blockers. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 112, n. 1, p. 310-308, 2011.

HASS C. J.; BUCKLEY T. A.; PITSIKOULIS C.; BARTHELEMY E. J. Progressive resistance training improves gait initiation in individuals with Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Oxford, v. 35, n. 4, 669-73, 2012.

HILL, A. V. The physiological basis of athletic records. **Nature**, Philadelphia, v. 116, p. 544-548, 1925.

HOLLOSZY, J. O. Adaptations of skeletal muscle mitochondria to endurance exercise: a personal perspective. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, New York, v. 32, n. 2, p. 41-43, 2004.

HOOD, D. A. Mechanisms of exercise-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, Ottawa, v. 34, n. 3, p. 465-472, 2009.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; COUTSS, A. J.; SASSI, A.; MARCORA, S. M. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 6, p. 1042-1047, 2004.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Science**, London, v. 23, n. 6, p. 583-592, 2005.

IRRCHEER, I.; ADHIHETTY, P. J.; JOSEPH, A. M.; LJUBICIC, V.; HOOD, D. A. Regulation of mitochondrial biogenesis in muscle by endurance exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 11, p. 783-793, 2003.

ISSURIN, V. B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Medicine**, Stuttgart, v. 40, n. 3, p. 189-206, 2010.

JOSEPH, A. M.; PILEGAARD, H.; LITVINTSEV, A.; LEICK, L.; HOOD, D. A. Control of gene expression and mitochondrial biogenesis in the muscular adaptation to endurance exercise. **Essays in biochemistry**, London, v. 42, n. 13, p. 13-29, 2006.

KANALEY, J. A.; WELTMAN, J. Y.; PIEPER, K. S.; WELTMAN, A.; HARTMAN, M. L. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. **The Journal of Clinical Endocrinology and metabolism**, Chevy Chase, v. 86, n. 6, p. 2881-2889, 2001.

KELLEHER, A. R.; HACKNEY, K. J.; FAIRCHILD, T. J.; KESLACY, S.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults, **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, n. 4, p. 1043-1051, 2010.

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

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 36, p. 674-688, 2004.

LAGALLY, K. M.; AMOROSE, A. J. The validity of using rating of perceived exertion to regulated resistance exercise intensity. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 104, n. 2, p. 534-542, 2007.

LAGALLY, K. M.; COSTIGAN, E. M. Anchoring procedures in reliability of ratings of perceived exertion during resistance exercise. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 98, n. 3, p. 1285-1295, 2004.

LAGALLY, K. M.; GALLAGHER, K. I.; ROBERTSON, R. J.; GEARHART RANDALL. Rating of perceived exertion during low and high intensity resistance exercise by young adults. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 94, p. 723-731, 2002a.

LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, J. R. Construct validity of the OMNI resistance exercise Scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 20, n. 2, p. 252-256, 2006.

LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, R. J.; GALLAGHER, K. I.; GOSS, F. L.; JAKICIC, J. M.; LEPHART, C. S.; MCCAULLEY, S. T.; GOODPASTER, B. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 34, n. 3, p.553-559, 2002b.

LEITE R. D.; PRESTES J.; ROSA C.; DE SALLES B. F.; MAIOR A.; MIRANDA H.; SIMÃO R. Acute effect of resistance training volume on hormonal responses in trained men. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Champaign, v. 51, n. 2, p. 322-8, 2011.

MARCORA, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v. 106, n. 6, p. 2060-2062, 2009.

MARKS, L. E.; BORG, G.; LJUNGGREEN, G. Individual differences in perceived exertion assessed by two new methods. **Perception and Psychophysics**, Austin, v. 34, n. 3, p. 280-288, 1983.

MCBRIDE, J. M. MCCAULLEY, G. O.; CORMIE, P.; NUZZO, J. L.; CAVILL, M. J. TRIPLETT, N. T. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 106-110, 2009.

MCCAULLEY, G. O.; MCBRIDE, J. M.; CORMIE, P.; HUDSON, M. B.; NUZZO, J. L.; QUINDRY, J. C.; TRAVIS TRIPLETT, N. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. **European Journal of Applied and Physiology**, Berlin, v. 105, n. 5, p. 695-704, 2009.

MCGUIGAN, M. R.; EGAN, A. D.; FOSTER, C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. **Journal Sports Science and Medicine**, v. 3, p. 8-15, 2004.

MCGUIGAN, M. R.; FOSTER, C. A new approach to monitoring resistance training. **Strength and Conditioning Journal**, Philadelphia, v. 26, n. 6, p. 42-47, 2004.

MEYERHOF, O. Recent investigations on the aerobic and an-aerobic metabolism of carbohydrates. **The Journal of General Physiology**, New York, v. 8, n.6, p. 531-542, 1927.

MIRZA, L. A.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, M. J. The relationship between session rating of rating perceived exertion measures and the volume load of resistance training. **Journal of Australian Strength & Conditioning**, v. 20, n. 3, p. 35-44, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de bioquímica de lehninger. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NUNES, J. A.; CREWETHER, B. T.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; VIVEIROS, L.; DE ROSE, D. JR.; AOKI, M. S. Salivary hormone and immune responses to three resistance exercise schemes in elite female athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 8, 2322-2327, 2011.

O'CONNOR, P. J.; POUDEVIGNE, M. S.; PASLEY, D. J. Perceived exertion responses to novel elbow flexor eccentric action on women and men. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 34, n. 5, p. 862-868, 2002.

PINCIVERO, D. M.; COELHO, A. J.; CAMPY, R. M. Gender differences in perceived exertion during fatiguing knee extensions. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 1, p. 109-117, 2004.

RATAMESS, N. A.; ALVAR, B. A.; EVETOCH, T. K.; HOUSH, T. J.; KLIBER, W. B.; KRAEMER, W. J.; TRIPLETT, N. T. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

REID, W. D.; YAMABAYASHI, C.; GOODRIDGE, D.; CHUNG, F.; HUNT, M. A.; MARCINIUK, D. D.; BROOKS, D.; CHEN, Y. W.; HOENS, A. M. CAMP, P. G. Exercise prescription for hospitalized people with chronic obstructive pulmonary disease and comorbidities: a synthesis of systematic reviews. **International Journal of chronic obstructive pulmonary disease**, Auckland, v. 7, p. 297-320, 2012.

ROGATZKI, M. J.; WRIGHT, G. A.; MIKAT, R. P.; BRICE, A. G. Blood ammonium and lactate accumulation response to different training protocols using the parallel squat exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 8, 2013. No prelo.

ROW, B. S.; KNUTZEN, K. M.; SKOGSBERG, N. J. Regulation explosive resistance exercise training intensity using the rating of perceived exertion. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 26, n. 3, p. 664-671, 2012.

SCHEEN, A. J. BUXTON, O. M.; JISON, M.; VAN REETH, O.; LEPROULT, R.; L'HERMITE-BALERIAUX, M.; VAN CAUTER, E. Effects of exercise on neuroendocrine secretions and glucose regulation at different times of day. **The American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 274, p. E1040-E1049, 1998.

SCHERR J.; WOLFARTH B.; CHRISTLE J. W.; PRESSLER A.; WAGENPFEIL S.; HALLE M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, Berlim, v. 113, n. 1, p. 147-155, 2013.

SELYE, H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, Philadelphia, v. 138, n. 4, p. 32-32, 1936.

SHIBASAKI, H.; HALLETT, M. What is the bereitschaftspotential?. **Clinical Neurophysiology**, Amsterdam, v. 117, n. 11, p. 2341-56, 2006

SIMÕES, R. P.; CASTELLO-SIMÕES, V.; MENDES, R. G.; ARCHIZA, B.; SANTOS, D. A.; MACHADO, H. G.; BONJORNO JR, J. C.; OLIVEIRA, C. R.; REIS, M. S.; CATAI, A. M.; ARENA, R.; BORGHI-SILVA, A. Lactate and heart variability threshold during resistance exercise in the young and elderly. **International journal of sports medicine**, Stuttgart, v. 19, 2013. No prelo.

SINGH, F.; FOSTER, C.; TOD, D.; MACGUIGAN, M. R. Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. **International Journal of Sports physiology and performance**, Champaign, v. 2, n. 1, p. 34-45, 2007.

SKINNER, J. S.; HUTSLER, R.; BERGSTEINOVÁ, V.; BUSKIRK, E. R. The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports**, Madison, v. 5, n. 2, p. 94-96, 1973.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDIS, S. P. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 35, n. 4, p. 644-654, 2003.

STEVENS, S. S. On the psychophysical law. **Psychological Review**, Washington, v. 64, n. 3, p. 153-81, 1957.

STEVENS, S. S. Matching functions between loudness and ten other continua. **Perception and Psychophysics**, Naples, v. 1, n. 1, p. 5-8, 1966.

SUMINSKI, R. R.; ROBERTSON, R. J.; ARSLANIAN, S.; KANG, J.; ALAN, C.; DA SILVA, S. G.; GOSS, F. L.; METZ, K. F. Perception of Effort During Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 11, n. 4, p. 261-265, 1997.

SZIVAK, T. K.; HOOPER, D. R.; DUNN-LEWIS, C.; COMSTOCK, B.; KUPCHAK, B. R.; APICELLA, J. M.; SAENZ, C.; MARESH, C. M.; DENEGAR, C. R.; KRAEMER, W. J. Adrenal cortical responses to high-intensity, short rest, resistance exercise in men and women. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 748-760, 2013.

THORNTON, M. K.; ROSSI, S. J.; MCMILLAN, J. L. Comparison of two different resistance training intensities on excess post-exercise oxygen consumption in african american women who are overweight. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 2, p. 489-496, 2011.

THUMA, J. R.; GILDERS, R.; VERDUM, M.; LOUCKS, A. B. Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol responses to exercise: implications for future research. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 78, n. 5, p. 1657-1664, 1995.

TIGGEMANN, C. L.; KORZENOWSKI, A. L.; BRETANO, M. A. TARTARUGA, M. P.; ALBERTON, C. L.; KRUEL, L. F. Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, n. 8, p. 2032-2041, 2010.

TOMPOROWSKI, P. D. Men`s and women`s perceptions of effort during progressive-resistance strength training. **Perceptual Motor Skills**, Missoula, v. 92, n. 2, p. 368-372, 2001.

UCHIDA, M. C.; CREWETHER, B. T.; UGRINOWITSCH, C.; BACURAU, R. F.; MORISCOT, A. S.; AOKI, M. S. Hormonal responses to different resistance exercise schemes of similar total volume. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 23, n. 7, p. 2003-2008, 2009.

URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; KINDERMANN, W. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. **Sports Medicine**, Auckland, v. 20, n. 4, p. 251-276, 1995.

VAN CAUTER, E.; LEPROULT, R.; KUPFER, D. J.; Effects of gender and age on the levels and circadian rhythmic of plasma cortisol. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Chevy Chase, v. 81, n. 7, p. 2468-2473, 1996.

VELDHUIS, J. D.; IRANMANESH, A.; LIZARRALDE, G.; JOHNSON, M. L. Amplitude modulation of a burstlike mode of cortisol secretion subserves the circadian glucocorticoid rhythm. **The American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 257, p. E6-E14, 1989.

VIRU, A. Mechanism of general adaptation. **Medicine Hypotheses**, New York, v. 38, n. 4, p. 296-300, 1992.

VIRU, A. Molecular cellular mechanisms of training effects. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 34, n. 4, p. 309-322, 1994.

VIRU, A.; VIRU, M. Nature of training effects. In: GARRET, W. E.; KIRKENDALL, D. T. (Org.). Exercise and Sport Science. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000.

YAKOVLEV, N. N. Survey on Sport Biochemistry. Moscow: FIS, 1955.

ZAVANELA, P. M.; CRETHER, B. T.; LODO, L.; FLORINDO, A. A.; MIYABARA, E. H.; AOKI, M. S. Health and fitness benefits of resistance training intervention performed in the workplace. **Journal Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 26, n. 3, p. 811-817, 2012.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
Comitê de Ética em Pesquisa

Formulário E

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO (Resolução Conselho Nacional de Saúde 196, de 10 outubro 1996)

1. Este termo conterá o registro das informações que o pesquisador fornecerá ao sujeito da pesquisa, em linguagem clara e acessível, evitando-se vocábulos técnicos não compatíveis com o grau de conhecimento do interlocutor.
2. A avaliação do grau de risco deve ser minuciosa, levando em conta qualquer possibilidade de intervenção e de dano à integridade física do sujeito da pesquisa.
3. O formulário poderá ser preenchido em letra de forma legível, datilografia ou meios eletrônicos.
4. Este termo deverá ser elaborado em duas vias, ficando uma via em poder do paciente ou seu representante legal e outra deverá ser juntada ao prontuário do paciente.
5. A via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido submetida à análise do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP deverá ser idêntica àquela que será fornecida ao sujeito da pesquisa.

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG

Data de nascimento

Endereço completo

CEP

Fone

e-mail

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.)

Sexo ☐ Masculino

☐ Feminino

RG

Data de nascimento

Endereço completo

CEP

Fone

e-mail

II – DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA DE TREINAMENTO IMPOSTA PELO EXERCÍCIO DE FORÇA

2. Pesquisador Responsável

MARCELO SALDANHA AOKI

3. Cargo/Função

PROFESSOR DOUTOR

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☒ RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

5 (cinco) semanas

III – EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

Os objetivos deste estudo intitulado “Monitoramento da Carga de Treinamento Imposta Pelo Exercício de Força” estão divididos em: Avaliar o efeito agudo da intensidade (alta – 80% e baixa – 40%), gênero (masculino e feminino) e tipo de exercício de força (supino e agachamento), sobre a resposta percepção subjetiva do esforço, a concentração de lactato e o nível de cortisol. Os resultados obtidos no estudo poderão ser úteis para o controle da carga de treinamento em praticantes desta modalidade. Este estudo será conduzido pelo pesquisador gerente Leandro Nascimento Lodo.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

O protocolo deste estudo será realizado em 5 momentos. No primeiro momento, você vai fazer 1 repetição, no exercício de supino, com o máximo de carga que você conseguir e logo depois vai fazer 1 repetição no agachamento, também com o máximo de carga que conseguir. Uma semana depois, você vai fazer o supino com 9 séries de 5 repetições com 80% da carga que você levantou no primeiro dia. Duas semanas depois, você vai fazer o supino com 9 séries de 10 repetições com 40% da carga do primeiro dia. Três semanas depois, você vai fazer o agachamento com 9 séries de 5 repetições com 80% da carga do primeiro dia. Quatro semanas depois, você vai fazer o exercício de agachamento com 9 séries de 10 repetições com 40% da carga do primeiro dia. Em cada dia que você vier, antes de cada momento e imediatamente após a execução de cada série, um profissional habilitado vai tirar uma gota de sangue da sua orelha, você vai sentir uma leve picada. Essa coleta de sangue é extremamente segura, o profissional que fará a coleta é treinado e usará apenas materiais descartáveis e próprios para isso. Amostras de saliva serão coletadas 10 minutos antes e 10 minutos após cada momento. Para isso, você vai ficar babando em um tubo durante 5 minutos antes e depois dos exercícios.

3. Desconfortos e riscos esperados;

O sujeito participante da amostra pode vir a sentir dor muscular nos dias seguintes a cada protocolo. Essa dor é comumente encontrada em pessoas que praticam o treinamento de força.

4. Benefícios que poderão ser obtidos;

Não haverá compensação financeira pela participação neste estudo. O voluntário receberá um relatório completo sobre seu desempenho e participação assim como do resultado final do estudo.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não será possível realizar qualquer procedimento alternativo em substituição aos protocolos de testes, obtenção de amostras e testes de força.

IV – ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo se colocam à disposição para esclarecer, a qualquer momento, as possíveis dúvidas sobre os procedimentos, riscos e benefícios proporcionados pelo estudo. Além disso, você tem o direito de se retirar a qualquer momento do estudo sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou transtorno. As informações obtidas durante o estudo ficarão guardadas sob sigilo e privacidade absolutos. Em caso de qualquer emergência médica, os responsáveis pelo estudo lhe acompanharão ao Hospital Universitário (HU), que se localiza na Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 - Cidade Universitária - Fone: 3039-9468.

V – INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

LEANDRO NASCIMENTO LODO
TEL. (11) 2242-4649 - (11) 9222-6296
MARCELO SALDANHA AOKI
CEL. (11) 30918842 - (11) 82744400

VI – OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

--

VII – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)