



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ROBERTO POTON MARTINS

**RESPOSTAS CARDIOVASCULARES E HEMODINÂMICAS
AO EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO
SANGUÍNEO**

Londrina
2014

ROBERTO POTON MARTINS

**RESPOSTAS CARDIOVASCULARES E HEMODINÂMICAS
AO EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO
SANGUÍNEO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Educação Física e Esporte (CEFE) da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito

Londrina
2014

Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M386r Martins, Roberto Poton.

Respostas cardiovasculares e hemodinâmicas ao exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo / Roberto Poton Martins. – Londrina, 2014.
46 f. : il.

Orientador: Marcos Doederlein Polito.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Exercício resistido – Teses. 2. Oclusões vasculares – Teses. 3. Pressão arterial – Teses. 4. Educação física – Teses. I. Polito, Marcos Doederlein. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esporte. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796:61

ROBERTO POTON MARTINS

**RESPOSTAS CARDIOVASCULARES E HEMODINÂMICAS AO
EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Educação Física e Esporte (CEFE) da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito
Universidade Estadual de Londrina – UEL



Membro externo: Prof. Dr. Carlos Ugrinowitsch
Universidade de São Paulo – USP

Membro do Programa: Prof. Dr. Crivaldo Gomes
Cardoso Junior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Primeiro suplente: Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto
Tricoli
Universidade de São Paulo – USP

Segundo suplente: Prof^a. Dr^a. Maria Fátima Glaner
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, ____ de _____ de 2014.

POTON, Roberto Martins. **Respostas cardiovasculares e hemodinâmicas ao exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo**. 2014. 46 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2014.

RESUMO

Objetivo: O propósito do estudo foi comparar o comportamento cardiovascular durante a realização de um exercício resistido de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (BRFS), sem restrição de fluxo sanguíneo (BI) e de alta intensidade sem restrição de fluxo sanguíneo (AI). **Metodologia:** Doze voluntários realizaram três séries de 15 repetições com 20% de uma repetição máxima (1RM) no exercício cadeira extensora unilateral para BRFS e BI; e três séries de oito repetições com 80% 1RM para AI. A RFS foi realizada por um esfigmomanômetro (18x90 cm) e mantido inflado por toda a sessão ($167,9 \pm 16,6$ mmHg). Para as medidas de pressão arterial foi utilizado um aparelho fotoplestímetro batimento-a-batimento de forma contínua e não-invasiva. A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi obtida ao final da última série. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e os níveis de lactato sanguíneo foram medidos em repouso e após o esforço. **Resultados:** A sessão BRFS apresentou menores valores para pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e para frequência cardíaca (FC), menor estresse autonômico (*Root Mean Square of the Successive Differences* - RMSSD), menor estresse cardíaco (duplo produto - DP), níveis semelhantes de lactato em comparação a sessão AI, maiores valores de PSE em comparação as sessões AI e BI e maiores valores de PAS, FC e DP em comparação a sessão BI ($p < 0,05$). **Conclusão:** Apesar de o modelo BRFS provocar níveis elevados de PSE, esse efeito não repercutiu em maiores respostas cardiovasculares em comparação ao ER de alta intensidade.

Palavras-chave: Oclusão vascular. Exercício resistido. Pressão arterial

POTON, Roberto Martins. **Cardiovascular and hemodynamic responses to resistance exercise with blood flow restriction**. 2014. 46 p. Dissertation (Master in Physical Education) – State University of Londrina, Londrina. 2014.

ABSTRACT

Purpose: To compare the cardiovascular behavior during the performance of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction (LBFR) and without blood flow restriction (LI) and high intensity without blood flow restriction (HI). **Methods:** Twelve volunteers (23.4 ± 3.8 years) performed three sets 15 repetitions with 20% of one repetition maximum (1RM) in unilateral leg extension exercise to LBFR and LI, and three series of 8 repetitions with 80% 1RM for HI. The BFR was performed by a sphygmomanometer (18x90 cm) which was maintained inflated for the whole session (167.9 ± 16.6 mmHg). For blood pressure measurements one photoplethysmographic device beat-to-beat continuously and non-invasively was used. The ratings of perceived exertion (RPE) was obtained at the end of the last series. The heart rate variability (HRV) and blood lactate levels were measured at rest and after exertion. **Results:** The BRFS session had lower values of systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and heart rate (HR), lower autonomic stress (RMSSD), lower cardiac stress (Root Mean Square of the Successive Differences-DP), similar levels of lactate compared the AI session, had higher PSE compared the AI sessions and BI and higher values of SBP, HR and RPP compared the session BI ($p < 0,05$). **Conclusion:** Despite the BRFS model cause high levels of PSE, this effect was not reflected in higher cardiovascular responses compared to ER high intensity.

Key words: Vascular occlusion. Resistance exercise. Blood pressure

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por toda saúde e proteção ao longo de minha jornada;

Agradeço também, aos meus familiares que sempre torceram por mim, em especial aos meus queridos pais que tanto lutaram para que eu alcançasse meus sonhos;

Agradeço à minha amada namorada, por todo apoio, força, carinho e amor nos momentos mais difíceis;

Agradeço à todos os professores envolvidos em minha formação, em especial aos membros da banca que se dispuseram a colaborar e engrandecer meu trabalho;

Agradeço a todos os colegas que de alguma forma colaboraram ao longo de todo esse processo;

E por fim, agradeço ao meu orientador, pelos seus ensinamentos, pelas oportunidades e por todos os votos de confiança e credibilidade.

*“Crescimento significa mudança, e toda mudança
implica o risco de passar do conhecido ao
desconhecido.”*

George Shinn

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Posicionamento do maguito	22
Figura 2 – Posicionamento do <i>Doppler</i>	22
Figura 3 - Características antropométricas, cardiovasculares e teste de 1RM dos sujeitos.....	26
Figura 4 - Comparação das respostas cardiovasculares e hemodinâmicas no exercício resistido entre sessões de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de AI em relação a BI e BRFS; (†) diferença significativa de AI em relação a BI; (‡) diferença significativa de BI em relação a BRFS e AI; (§) diferença significativa de BRFS em relação a BI e AI. $P < 0,05$	27
Figura 5 - Respostas cardiovasculares e hemodinâmicas no exercício resistido entre séries nas sessões de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa em relação as séries; (†) diferença significativa em relação as séries dois e três; (‡) diferença significativa em relação a série três; (§) diferença significativa em relação a série um e dois; (¶) diferença significativa em relação dois. $P < 0,05$	28
Figura 6 - Comparação das respostas do duplo produto (DP) ao exercício resistido de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de AI em relação a BI e BRFS; (‡) diferença significativa de BI em relação a BRFS e AI; $P < 0,05$	29
Figura 7 - Valores de percepção subjetiva de esforço ao exercício resistido de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de BRFS em comparação a BI e AI; (†) diferença significativa de BI em comparação a AI. $P < 0,05$	29

Figura 8 - Resposta do lactato sanguíneo ao exercício resistido de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de AI em comparação a BI. $P < 0,05$	29
Figura 9 - Resultados da análise da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões de baixa intensidade (coluna branca), baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (coluna cinza) e alta intensidade (coluna preta) no domínio da frequência nos componentes de baixa (LF) e alta frequência (HF).	30
Figura 10 - Resultados da análise da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões de baixa intensidade (coluna branca), baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (coluna cinza) e alta intensidade (coluna preta) no domínio do tempo segundo a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD). (*) diferença significativa em relação ao momento pré-exercício na sessão AI.	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	EXERCÍCIO E RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO	15
3.2	EXERCÍCIO RESISTIDO E RESPOSTAS CARDIOVASCULARES	16
3.2.1	Intensidade	17
3.2.2	Volume	17
3.2.3	Massa muscular.....	18
3.3	EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E RESPOSTAS CARDIOVASCULARES	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	AMOSTRA	21
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
4.3	TESTE DE CARGA MÁXIMA (1RM).....	22
4.4	MEDIDA CARDIOVASCULAR E HEMODINÂMICA	23
4.5	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC).....	23
4.6	COLETA DE LACTATO SANGUÍNEO	24
4.7	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO.....	24
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5	RESULTADOS	26
6	DISCUSSÃO	32
6.1	RESPOSTAS CARDIOVASCULARES	32
6.2	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO.....	34
6.3	LACTATO SANGUÍNEO	36
6.4	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	36

7	CONCLUSÃO.....	38
8	REFERÊNCIAS.....	39
	ANEXOS.....	44
	ANEXO A – CR-10.....	45
	ANEXO B – Parecer do Cômite de Ética.....	46

1 INTRODUÇÃO

O exercício resistido (ER) realizado entre 60% e 85% de uma repetição máxima (1RM) promove ganhos significativos de força muscular (Ratamess *et al.*, 2009; Kraemer *et al.*, 2004). Entretanto, esse modelo tradicional de exercício pode oferecer grande sobrecarga articular tanto para sujeitos jovens saudáveis quanto para outras populações, como idosos, cardiopatas e hipertensos, que além da sobrecarga articular apresentam limitações adicionais ao exercício intenso como a elevação significativa dos níveis pressóricos.

Dessa forma, um novo modelo de ER realizado em baixa intensidade e com restrição de fluxo sanguíneo (BRFS) tem promovido aumentos na força e na massa muscular semelhante ao exercício realizado em alta intensidade (Hernández *et al.*, 2013; Karabulut *et al.*, 2010; Loenneke *et al.*, 2009; Madarame *et al.*, 2008; Takarada *et al.*, 2000b; Takarada *et al.*, 2002; Yasuda *et al.*, 2010; Abe *et al.*, 2012; Suga *et al.*, 2012; Manimmanakorn *et al.*, 2013; Pope *et al.*, 2013; Wilson *et al.*, 2013). Logo, tal modelo de BRFS parece ser um modelo alternativo para pessoas com limitações ao esforço de alta intensidade.

No entanto, independentemente dos benefícios morfológicos/fisiológicos às pessoas que são incapazes de realizar o ER de alta intensidade, ainda são insuficientes as investigações sobre outras variáveis fisiológicas relacionadas à saúde. Portanto, apesar do sujeito obter benefícios de forma crônica com a prática de tal modelo, de forma aguda não se sabe ainda os efeitos fisiológicos dessa restrição de fluxo sanguíneo (RFS) associada ao exercício, o que pode reduzir sua aplicabilidade no meio clínico e/ou prático.

Nesse sentido, as respostas cardiovasculares durante a realização do BRFS compõem alguns aspectos que podem esclarecer algumas lacunas sobre os efeitos agudos desse modelo. Pois, sabe-se que as respostas cardiovasculares durante o ER apresentam relação direta com a carga (Wilborn *et al.*, 2004). Logo, o ER de baixa intensidade tende a promover menor aumento da PA em relação ao exercício de alta intensidade. Assim, o BRFS poderia em tese, determinar respostas cardiovasculares também menores durante o esforço.

Por outro lado, Takano *et al.* (2005) observaram maiores valores de PA e FC, durante a extensão de perna bilateral com 20% 1RM e restrição de fluxo sanguíneo (RFS), em relação ao exercício de baixa intensidade sem restrição.

Contudo, os autores não investigaram o efeito da RFS associado ao exercício em comparação a uma sessão de intensidade mais elevada, o que impossibilita maiores discussões a respeito da magnitude de resposta do ER com RFS em relação ao ER tradicional.

Com isso, um estudo realizado por nosso grupo de pesquisa (Poton *et al.* 2013), comparou o comportamento cardiovascular de jovens saudáveis durante a realização do ER de baixa intensidade (20% 1RM) com e sem a RFS em relação ao ER de alta intensidade (80% 1RM). Os resultados encontrados foram similares aos do estudo de Takano *et al.* (2005) quando comparadas as sessões de baixa intensidade com e sem RFS apresentando valores mais elevados para a PA, FC e RPT na sessão que envolveu a RFS. No entanto, quando comparadas as sessões de BRFS e de alta intensidade foram encontrados menores valores para PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT em vários momentos do BRFS em relação ao ER de alta intensidade, porém com maiores valores para a PSE em BRFS em comparação ao ER de alta intensidade.

Além disso, outro fator que deve ser investigado é o grande desconforto percebido nesse modelo de exercício de BRFS (Wernborn *et al.* 2006; 2009), que pode ser uma característica limitante à aderência dos sujeitos submetidos a essa modalidade. Mais ainda, taxas elevadas de esforço estão intimamente relacionadas à fadiga muscular (Enoka *et al.* 1992), que é definida como uma redução na capacidade do músculo gerar força (Gandevia *et al.* 2001). Tal incapacidade de geração de força no modelo de BRFS, pode ser atribuída em grande parte pela hipóxia tecidual promovida pela própria RFS, com consequente acúmulo de íons hidrogênio e lactato, que por sua vez podem inibir a liberação de Ca^{2+} pelo retículo sarcoplasmático reduzindo o desenvolvimento de tensão (Pope *et al.* 2013). Assim, a análise da percepção subjetiva de esforço e de lactato sanguíneo no contexto do BRFS pode ser considerada parâmetro importante que indica o grau de estresse fisiológico nesse modelo.

Outra variável importante que pode ser analisada é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R) sendo considerada um indicador de modulação autonômica que responde a diversos fatores fisiológicos e ambientais (Vanderlei *et al.*, 2009). No exercício resistido tradicional (alta carga), o comportamento típico da VFC é sua diminuição pela inibição vagal (banda HF) e

aumento da atividade simpática (banda LF) durante o esforço (Paschoa *et al.*, 2006) que resultam em aumento da FC e vasoconstrição, com aumento da resistência que podem elevar os níveis pressóricos (Pescatello *et al.*, 2004).

Nesse sentido, no contexto do modelo com RFS, lida *et al.* (2007) investigaram as respostas hemodinâmicas, nervosas autonômicas e hormonais de homens jovens submetidos a RFS na ausência do exercício, e identificaram elevações significativas na atividade do sistema nervoso simpático e redução na atividade vagal. Por outro lado, um estudo realizado por Okuno *et al.* (2013) que teve como objetivo investigar o estresse autonômico cardíaco no ER de baixa intensidade (40%1RM) com e sem RFS e de alta intensidade (80%1RM) sem RFS, concluiu que o ER de alta intensidade reduziu a VFC de forma mais expressiva que o BFRS. Desse modo, de forma aguda alta VFC caracteriza adaptação normal e eficiente dos mecanismos autonômicos, por outro lado, alguns estudos (Hedelin *et al.*, 2000; Tsuji *et al.*, 1996) apontam que a redução da VFC de forma aguda está relacionada há um maior estresse cardiovascular, conseqüentemente com maior risco de morbidade e mortalidade de forma crônica. Porém, o acompanhamento da VFC em sessões de exercício com RFS ainda são escassos e, por isso, carece de maior investigação.

Assim, mesmo que o exercício com restrição tenha um efeito crônico satisfatório sobre a força muscular, existe a possibilidade de o indivíduo estar submetido a um alto estresse cardiovascular e hemodinâmico durante as sessões de treino, o que colocaria esse sujeito em uma elevada condição de risco, particularmente se este apresentasse alguma limitação a níveis pressóricos elevados. Desse modo, é importante a análise das alterações de PA durante o exercício, assim como de outras variáveis associadas como débito cardíaco (DC), volume sistólico (VS), resistência vascular periférica (RVP), VFC, PSE, e níveis de lactato.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O propósito desse estudo foi comparar as respostas cardiovasculares durante a realização do ER realizado em baixa intensidade com e sem restrição de fluxo sanguíneo em relação ao ER de alta intensidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a)** Comparar a variabilidade da FC sobre os componentes de baixa frequência (LF), alta frequência (HF) e no domínio do tempo (RMSSD) no ER de baixa intensidade com e sem RFS em relação ao ER de alta intensidade;
- b)** Comparar os níveis de lactato sanguíneo no ER de baixa intensidade com e sem RFS em relação ao ER de alta intensidade;
- c)** Comparar a percepção subjetiva de esforço no ER de baixa intensidade com e sem RFS em relação ao ER de alta intensidade;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 EXERCÍCIO E RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO

O exercício associado à RFS, originalmente denominado KAATSU *Training*, visa restringir e/ou interromper (por meio de equipamento específico, manguito ou elástico) a circulação sanguínea destinada a um grupo muscular durante a realização de um exercício (Pope *et al.*, 2013; Sato, 2005). O KAATSU *Training* foi empiricamente desenvolvido década de 60 por um entusiasta do treinamento resistido (Sato., 2005), contudo, nos últimos 10 anos tem sido alvo de investigações científicas por promover ganhos significativos de força e massa muscular em diversos modelos de exercício além do resistido, tais como caminhada e ciclismo (Hernández *et al.*, 2013; Karabulut *et al.*, 2010; Loenneke *et al.*, 2009; Madarame *et al.*, 2008; Takarada *et al.*, 2000b; Takarada *et al.*, 2002; Yasuda *et al.*, 2010; Abe *et al.*, 2012; Suga *et al.*, 2012; Manimmanakorn *et al.*, 2013; Pope *et al.*, 2013; Wilson *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2010; Abe *et al.*, 2010).

A aplicação da RFS no ER tipicamente ocorre em baixas intensidades (20% - 30% de uma repetição máxima - 1RM), repetições elevadas (15 a 30) e intervalos curtos (30 segundos), geralmente em exercícios monoarticulares (Pope *et al.*, 2013). Estudos que investigaram esse modelo de ER de baixa intensidade com RFS (BRFS) apontam para ganhos significativos de força (Karabulut *et al.*, 2010; Madarame *et al.*, 2008; Takarada *et al.*, 2000b; Takarada *et al.*, 2002), hipertrofia muscular (Takarada *et al.*, 2000a; Takarada *et al.*, 2002; Yasuda *et al.*, 2010; Abe *et al.*, 2012) e melhoras no condicionamento cardiorrespiratório (Park *et al.*, 2010). Assim, por se apresentar como um modelo de ER de baixa intensidade capaz de promover benefícios semelhantes e/ou iguais aos exercícios de alta intensidade, tal modelo vem sendo indicado à diversas populações como jovens saudáveis (Takarada *et al.*, 2000b), atletas (Takarada *et al.*, 2002), pessoas idosas (Karabulut *et al.*, 2010), com particularidades cardiovasculares como cardiopatas e hipertensos (Nakajima *et al.*, 2006), pessoas em reabilitação pós cirúrgica, particularmente com lesão no ligamento cruzado anterior (Nakajima *et al.*, 2006, Takarada *et al.*, 2000a) e astronautas (Loenneke *et al.*, 2010).

No entanto, pouco se sabe sobre os mecanismos fisiológicos envolvidos nessas modificações. Um recente estudo de revisão realizado por Pope *et al.* (2013) abordou e discutiu o tipo e a magnitude das respostas agudas e

crônicas do BRFS, além dos mecanismos potenciais nos contextos neurais, metabólicos e endócrinos. Contudo, a investigação apresentou evidências sobre resultados isolados de pesquisas com diferentes delineamentos metodológicos, o que prejudica a formação de um consenso sobre os reais mecanismos potenciais, evidenciando que a literatura ainda carece de informações nesta temática.

Logo, como visto o BRFS é um modelo recente de exercício capaz de propiciar modificações significativas na força e massa muscular. Porém, apesar do exercício de BRFS poder apresentar tais modificações, o mesmo apresenta lacunas que devem ser elucidadas, sobretudo o que diz respeito aos mecanismos e efeitos.

3.2 EXERCÍCIO RESISTIDO E RESPOSTAS CARDIOVASCULARES

Alguns estudos identificaram vários fatores que podem colaborar para o aumento das respostas cardiovasculares durante o ER (Fleck *et al.*, 1987; Gotshall *et al.*, 1999; MacDougall *et al.*, 1985; Miles *et al.*, 1987; MacDougall *et al.*, 1992). Durante a realização do ER, ocorre compressão dos vasos arteriais pela ação mecânica da musculatura, o que faz aumentar a pressão intramuscular dificultando a circulação sanguínea (MacDougall *et al.*, 1985). Essa oclusão vascular ocasiona diminuição da oferta de oxigênio, aumentando o metabolismo anaeróbio, com consequente acúmulo de metabólitos (lactato, hidrogênio, fosfato, entre outros) dentro da musculatura estimulando quimiorreceptores, que por sua vez aumentam a atividade nervosa simpática resultando no aumento da FC e da contratilidade do coração (Mayo *et al.*, 1999). Além disso, a RVP se eleva expressivamente, aumentando os níveis pressóricos tanto sistólicos quanto diastólicos (MacDougall *et al.*, 1985).

Esse comportamento é relativamente mantido em praticamente todos os tipos convencionais de ER (isométrico e dinâmico). Contudo, a magnitude das respostas cardiovasculares podem variar em função das diferentes variáveis associadas ao próprio treinamento, tais como: intensidade, volume e massa muscular ativa (Pescatello *et al.*, 2004; Cornelissen *et al.*, 2013).

Nessa perspectiva, a seguir são detalhadas as variáveis do treinamento resistido e as possíveis explicações para as respectivas influências no comportamento cardiovascular durante o esforço.

3.2.1 Intensidade

As respostas cardiovasculares durante o esforço no ER apresentam relação direta com a carga (Wilborn *et al.*, 2004; Haslam *et al.*, 1988). Estudos clássicos como o de McDougall *et al.*, (1985) que investigou de forma invasiva as respostas pressóricas de atletas de fisiculturismo em intensidades de 80-100% de 1RM até a falha muscular, apresentou valores de até 480/350 mmHg às altas intensidades aplicadas. Da mesma forma, um recente estudo conduzido por Sousa *et al.* (2013) que analisou as respostas pressóricas de forma contínua em diferentes intensidades (20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, e 80%) com mesma duração e número de repetições no exercício *leg press* 45°, demonstrou que os maiores valores encontrados para a PAS e PAD (192,4±20,0 mmHg e 113,1±15,4 mmHg respectivamente) foram para a intensidade de 70% 1RM.

Entretanto, vale ressaltar que neste estudo de Sousa *et al.* (2013) todas as intensidades foram aplicadas em sequência fixa com intervalo de dois minutos, o que pode ter provocado um efeito de sobrecarga somatória sobre as variáveis cardiovasculares. Apesar disso, os achados desses estudos apontam para uma mesma direção, os quais os autores atribuem as maiores respostas cardiovasculares pelo componente predominantemente estático presente no ER, o qual diante de altas intensidades provoca (pela compressão do leito vascular) elevação significativa da resistência periférica vascular, além de tornar inevitável a realização da manobra de Valsalva que aumenta a pressão intratorácica, resultando em níveis elevados da PA (MacDougall *et al.*, 1992).

3.2.2 Volume

Assim como a intensidade, o volume do treinamento é outra variável determinante para a ocorrência das modificações morfológicas, fisiológicas, cardiovasculares e hemodinâmicas que podem ser provocadas pelo ER. A manipulação dessa variável pode ser realizada pela variação do número de exercícios, número de séries e/ou número de repetições. Dessa forma, o ACMS (Ratamess *et al.*, 2009) recomenda para aumento da massa muscular entre jovens a aplicação de uma a três séries entre oito a 12 repetições por série.

Entretanto, apesar dessa recomendação sobre o volume apresentar influência positiva sobre fatores mecânicos e metabólicos, a manipulação dessa variável tem apresentado também influência sobre fatores cardiovasculares e hemodinâmicos. Assim, estudos como o de Gotshall *et al.*, (1999), que analisou as respostas cardiovasculares durante o ER de forma contínua e não-invasiva, demonstrou que a realização de três séries no *leg press* 45° (10RM) foi capaz de promover elevações progressivas e significativas a cada série nos valores da PAS (238 ± 18 mmHg – 1ª série; 268 ± 18 mmHg – 2ª série; 293 ± 21 mmHg – 3ª série). Tais elevações foram atribuídas pelos autores como consequência do maior esforço relativo necessário para a realização sucessiva das séries, bem como o provável recrutamento de músculos acessórios conforme a fadiga aumentava nas repetições finais. Portanto, a aplicação de séries múltiplas tendem a provocar maiores respostas cardiovasculares durante o esforço.

3.2.3 Massa Muscular

Ainda são escassas na literatura informações consistentes sobre a influência do tamanho do grupamento muscular solicitado no ER sobre as respostas cardiovasculares, provavelmente pelos diferentes delineamentos aplicados, assim como o método escolhido de mensuração da PA durante o esforço. Por outro lado, tendo como base o estudo clássico de McDougall *et al.*, (1985) que utilizou o padrão ouro para mensurar as respostas pressóricas da PA, evidencia-se que quanto maior a massa muscular envolvida no ER maior será a produção de metabólitos. Assim, o ER por suas características, é capaz de promover grande sobrecarga cardiovascular durante sua realização, o que poderia ser prejudicial para sujeitos com restrições cardiovasculares, sobretudo àqueles que não são familiarizados com esse tipo de exercício.

3.3 EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E RESPOSTAS CARDIOVASCULARES

Como visto anteriormente, o modelo de ER de BRFS é capaz de promover modificações morfológicas significativas que podem favorecer populações que apresentam limitações ao exercício de alta intensidade (ex. sujeitos com

hipertensão). Por outro lado, foi demonstrado que existem lacunas no que diz respeito aos mecanismos responsáveis por essas modificações. Além disso, existem poucas investigações sobre outras variáveis fisiológicas relacionadas à saúde, que poderiam atribuir um fator de segurança à realização e aplicação do ER de BRFS. Desse modo, investigar o comportamento da PA e hemodinâmico pode elucidar questões a respeito da segurança desse modelo, uma vez que as respostas cardiovasculares no ER apresentam relação direta com a carga (Wilborn *et al.*, 2004).

Diante do exposto, um estudo conduzido por Iida *et al.* (2007), analisou os efeitos da RFS de forma isolada sem a presença do exercício sobre variáveis hemodinâmicas/cardiovasculares, nervosas e hormonais. Os autores identificaram que a aplicação da RFS é capaz de promover elevações nos níveis pressóricos pelo menor retorno venoso causado pela própria restrição que é compensado pela elevação da FC e da resistência periférica total. Entretanto, apesar desse estudo fornecer informações importantes sobre os efeitos hemodinâmicos/cardiovasculares da aplicação da RFS, a presença do exercício se faz necessária para a transferência prática desses efeitos, uma vez que tal técnica vem sendo utilizada com o exercício.

Assim, Vieira *et al.* (2012) ao analisarem as respostas hemodinâmicas de jovens e idosos no exercício de rosca bíceps com e sem RFS, concluíram que o ER com RFS aumenta as respostas hemodinâmicas em relação ao exercício sem RFS. Corroborando esses achados, um estudo recentemente realizado por nosso grupo de pesquisa (Poton *et al.* 2012), comparou as respostas cardiovasculares durante o esforço no exercício de rosca bíceps de baixa intensidade (20% de 1RM) com e sem RFS em 17 voluntários jovens. Os resultados encontrados demonstraram que o ER de baixa intensidade com RFS, quando comparado com o modelo sem RFS, não apresentou diferenças significativas até a segunda série. Contudo, na terceira série os valores da PAS, PAD e FC foram maiores para a sessão que envolveu a RFS. No entanto, nesses estudos (Vieira *et al.*, 2012; Poton *et al.*, 2012) os autores não investigaram o ER sem RFS realizado com alta carga, o que impossibilita inferir se esse modelo de RFS é capaz de propiciar respostas cardiovasculares menores que ER de altas intensidades.

Nesse sentido, Fahs *et al.* (2011) compararam a complacência arterial e a condutância vascular na perna durante o ER realizado com alta carga

sem RFS, baixa carga com RFS e baixa carga sem RFS em 46 jovens. Os autores concluíram que todos os modelos de exercício causaram aumentos agudos na complacência de grandes artérias, mas somente o exercício de alta intensidade sem RFS provocou aumentos na complacência das pequenas artérias e na condutância vascular. Porém, os estudos de Vieira *et al.* (2012), Poton *et al.* (2012) e de Fahs *et al.* (2011) analisaram as respostas hemodinâmicas em musculaturas pequenas, fator que pode ter contribuído para os resultados encontrados. Logo, Takano *et al.* (2005) observaram maiores valores de PA e FC, menor valor do VS e nenhuma alteração significativa da RPT durante a extensão de perna bilateral com 20% 1RM e RFS, em relação ao exercício de baixa intensidade sem restrição. Porém, apesar dos autores utilizarem neste estudo um grande grupo muscular, o protocolo aplicado envolveu a realização de séries até a exaustão, o que pode ter interferido nas respostas cardiovasculares.

Assim, um segundo estudo realizado por nosso grupo de pesquisa (Poton *et al.* 2013) comparou o comportamento cardiovascular e hemodinâmico durante a realização do exercício com RFS de baixa intensidade (BRFS) em relação ao ER sem RFS de baixa e alta intensidade no exercício *leg press* 45° bilateral de 17 jovens saudáveis. A comparação entre as sessões mostrou maiores valores pressóricos em alta intensidade em relação a BRFS em diversos momentos, assim como em BRFS em relação a baixa intensidade, além disso, a sensação subjetiva de esforço foi maior em BRFS que em baixa e alta intensidade.

Desse modo, embora os estudos apresentem limitações e diferenças entre os delineamentos utilizados, tais como ausência ou presença de exercício, percentual de carga máxima, nível de restrição ao fluxo sanguíneo e massa muscular utilizada, os resultados apresentados por tais investigações apontam elevação para as principais variáveis cardiovasculares (PAS e PAD) durante a aplicação da RFS com ou sem exercício. Assim, mesmo que o exercício com restrição possa ter um efeito crônico satisfatório sobre a força muscular, a falta de informações sobre alguns de seus efeitos fisiológicos podem comprometer sua aplicabilidade, uma vez que, não se sabe se o indivíduo está sendo submetido a um alto estresse cardiovascular e hemodinâmico durante as sessões de treino.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 AMOSTRA

Participaram deste estudo 12 voluntários fisicamente ativos e saudáveis, do sexo masculino (tabela 1). Foram considerados como critérios de exclusão: uso de medicamentos que pudessem interferir nas respostas cardiovasculares (inclusive anabolizantes), índice de massa corporal superior a 30 kg/m², problemas osteomioarticulares que pudessem interferir na realização dos exercícios, fumo e PA sistólica (PAS) e/ou PA diastólica (PAD) iguais ou superiores a 140 e 90 mmHg, respectivamente. Os indivíduos foram orientados a não consumir bebidas alcoólicas e/ou cafeinadas e não realizar atividade física vigorosa nas 24 h que antecederam às coletas de dados. O presente estudo encontra-se aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Londrina e cadastrado na Pró-Reitoria de Pós-Graduação sob número 169/2013 (ANEXO B).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A coleta de dados foi realizada em cinco dias não consecutivos. No primeiro dia, a amostra realizou medidas antropométricas, medidas de repouso da PA, medida de repouso de lactato sanguíneo e o teste de 1RM. A segunda visita foi destinada para determinação do nível de restrição e reteste de 1RM. A partir da determinação de 1RM médio dos dois testes de força máxima, foi calculado o valor de 20% de 1RM e 80% de 1RM. Nos demais dias, os indivíduos retornaram ao laboratório para a realização das sessões experimentais de forma randomizada. Os sujeitos foram submetidos às sessões do exercício com baixa intensidade e RFS (BRFS), baixa intensidade sem RFS (BI) e alta intensidade sem RFS (AI). Para as sessões BRFS e BI, os sujeitos realizaram três séries (intervalo de 45 s entre as séries) de 15 repetições com 20% de 1RM no exercício de extensão de joelho unilateral. Para a sessão AI, os sujeitos realizaram três séries (intervalo de 1 min entre séries) de oito repetições com 80% de 1RM para o mesmo exercício. Todos os sujeitos conseguiram realizar o número pré-estabelecido de séries e repetições. Foi respeitado um intervalo mínimo de 48h entre as sessões. Para promover a RFS durante o exercício na sessão BRFS foi utilizado um esfigmomanômetro (18x90 cm)

posicionado próximo à prega inguinal da coxa (figura 1). O nível de pressão para proporcionar a RFS durante o exercício foi estipulado por meio de *doppler* vascular (Martec DV600, São Paulo, Brasil) posicionado na porção posterior do maléolo medial sobre os ramos da artéria tibial (figura 2). A partir da identificação do som da passagem do fluxo sanguíneo pela artéria, o esfigmomanômetro foi inflado até que o som fosse interrompido, neste momento foi registrado o valor de restrição. A pressão dos manguitos durante a sessão experimental foi mantida, sendo liberada somente após o final da terceira série. Após esse momento os indivíduos atribuíram um valor à escala de Borg CR-10 (Borg, 1998). Ao término foram submetidos também a coleta de lactato sanguíneo.

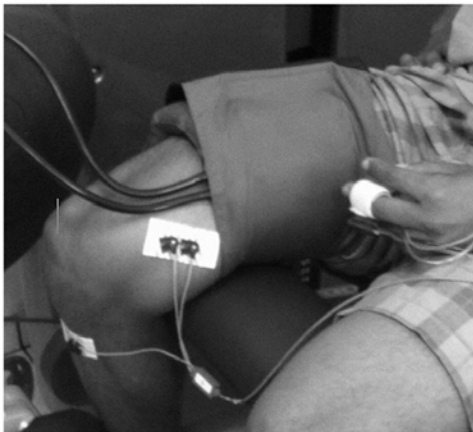


Figura 1 - posicionamento do manguito



Figura 2 – posicionamento do *doppler*

4.3 TESTE DE CARGA MÁXIMA (1RM)

Foram realizados dois testes de 1RM (teste e reteste) com intervalo mínimo de 48h. Anteriormente à realização dos testes de 1RM, foi demonstrado aos indivíduos a execução correta do exercício, com a finalidade de evitar erros de execução durante os testes. Os indivíduos realizaram um aquecimento específico (<50% da carga máxima prevista) para o exercício de extensão de joelho unilateral (TechnoGym®). Para a determinação da carga máxima, os indivíduos tiveram até cinco tentativas, com intervalos entre três a cinco minutos. Os sujeitos foram orientados e estimulados verbalmente para realizar duas repetições. Caso o indivíduo apresentasse condições de realizar de forma completa a segunda repetição com a carga estimada, o peso era aumentado para a próxima tentativa;

caso o indivíduo não conseguisse realizar uma repetição completa, a carga era reduzida. Todos os testes foram aplicados pelo mesmo avaliador.

4.4 MEDIDA CARDIOVASCULAR E HEMODINÂMICA

Para caracterização dos sujeitos na primeira visita os indivíduos permaneceram sentados com costas apoiadas, pernas descruzadas, pés apoiados no chão por um período de 10 min para ser determinada a PA de repouso. A medida da PA durante a sessão foi realizada nos momentos pré-exercício por 10 minutos, durante o exercício e pós-exercício por 10 minutos. Todas as medidas de PA foram realizadas batimento-a-batimento de forma não-invasiva por meio de um aparelho fotoplestimográfico (Finometer®PRO, Amsterdam, Holanda) que captou a pulsação na artéria digital por meio de um *cuff* posicionado na falange medial do dedo médio esquerdo. O sistema de calibração do equipamento foi utilizado em modo ativado.

As variáveis analisadas foram PAS, PAD, FC, VS, DC, resistência vascular periférica total (RPT) e duplo produto (DP). Para o registro de PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT foi utilizado o *software* Beat Scope Easy®. Para o cálculo do DP foi utilizada a fórmula: $DP = PAS \times FC$. Os valores definidos para essas variáveis foram obtidos pelo valor médio de 10 minutos de registro para o repouso, maior valor registrado durante o exercício e o menor valor registrado no momento de intervalo de recuperação.

4.5 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)

A monitoração da FC foi realizada por um monitor de FC (Polar RS800CX, Kempele, Finlândia) pré-exercício e pós-exercício por 10 minutos. Este equipamento captou os intervalos R-R por meio de eletrodos ligados a uma cinta elástica colocada ao redor do tórax, na altura do 5º espaço intercostal. Foi utilizado o *Software Polar Precision Performance* (release 3.00, Kempele, Finlândia) para exportar esses dados em formato *txt*, os quais foram analisados no programa Kubios HRV *Software* 2.1 (Kuopio, Finlândia), com artefatos e batimentos ectópicos (<2% da gravação) checados e corrigidos manualmente. Os parâmetros da VFC no domínio da frequência foram analisados pelos componentes de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF), derivados da transformação rápida de Fourier (janela de

256s com *overlap* de 50%), entre os cinco e 10 minutos de registro pré e pós exercício. Também foi analisada a VFC no domínio do tempo segundo a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) no mesmo período.

4.6 COLETA DE LACTATO SANGUÍNEO

Foram utilizadas luvas cirúrgicas durante todo o procedimento. O lactato plasmático foi obtido no momento de repouso da primeira visita ao laboratório e em até 1 minuto do término da última repetição da terceira série de cada sessão experimental. Anteriormente à coleta da amostra sanguínea, foi realizada assepsia com álcool 70% na porção distal da polpa digital do dedo médio da mão direita. A punção foi realizada utilizando-se de lancetas descartáveis, sendo aplicada à gota de sangue em suspensão sobre área específica da tira reativa BM-*lactate* que foi analisada por meio de lactímetro portátil (Accutrend Plus®).

4.7 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A escala de percepção subjetiva de esforço (CR-10) foi aplicada ao final de cada sessão. Nesse momento, foi perguntado aos sujeitos “quão intenso foi o exercício?”, assim, os mesmos atribuíram um valor à escala, o qual foi imediatamente registrado.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente, foi utilizado o teste de Shapiro Wilk para a verificação da normalidade dos dados e o teste de Levene para a homogeneidade da variância. Foi aplicada a ANOVA de dois fatores (tipo de exercício x tempo) e medidas repetidas no segundo fator com a finalidade de comparar a variação da PAS, PAD, FC, VS, DC, RPT, DP e VFC no momento de repouso, durante as séries e pós-exercício entre as sessões experimentais, quando necessário foi utilizado *post-hoc* de Tukey. Para comparar a variação dos valores obtidos pela CR-10 e pela coleta de lactato após o exercício entre as sessões experimentais foi aplicada ANOVA *two-way* para medidas repetidas. O teste *post-hoc* LSD de Fisher foi

empregado para identificar as diferenças nas situações em que os valores de F encontrados forem superiores ao critério de significância estatística estabelecido ($P < 0,05$). O pacote estatístico utilizado foi o *SPSS Statistics* versão 20.

5 RESULTADOS

As características dos sujeitos estão apresentadas na tabela 1. Os resultados obtidos na comparação entre sessões para as variáveis cardiovasculares e hemodinâmicas PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT estão apresentados na figura 4, enquanto a comparação entre séries são apresentadas na figura 5, já os resultados obtidos para o DP estão apresentados na figura 6, todos em média e erro padrão.

Figura 3 - Características antropométricas, cardiovasculares e teste de 1RM dos sujeitos

	Jovens (n=12)
Idade (anos)	23,4 ± 3,8
Altura (cm)	179,36 ± 6,4
Peso (kg)	77,0 ± 7,3
IMC (kg/m ²)	21,4 ± 1,9
PAS (mmHg)	121,7 ± 8,5
PAD (mmHg)	73,7 ± 6,9
FC (bpm)	72,6 ± 10,4
RFS (mmHg)	167,9 ± 16,6
20% de 1RM (kg)	14,5 ± 1,8
80% de 1RM (kg)	58,5 ± 6,7

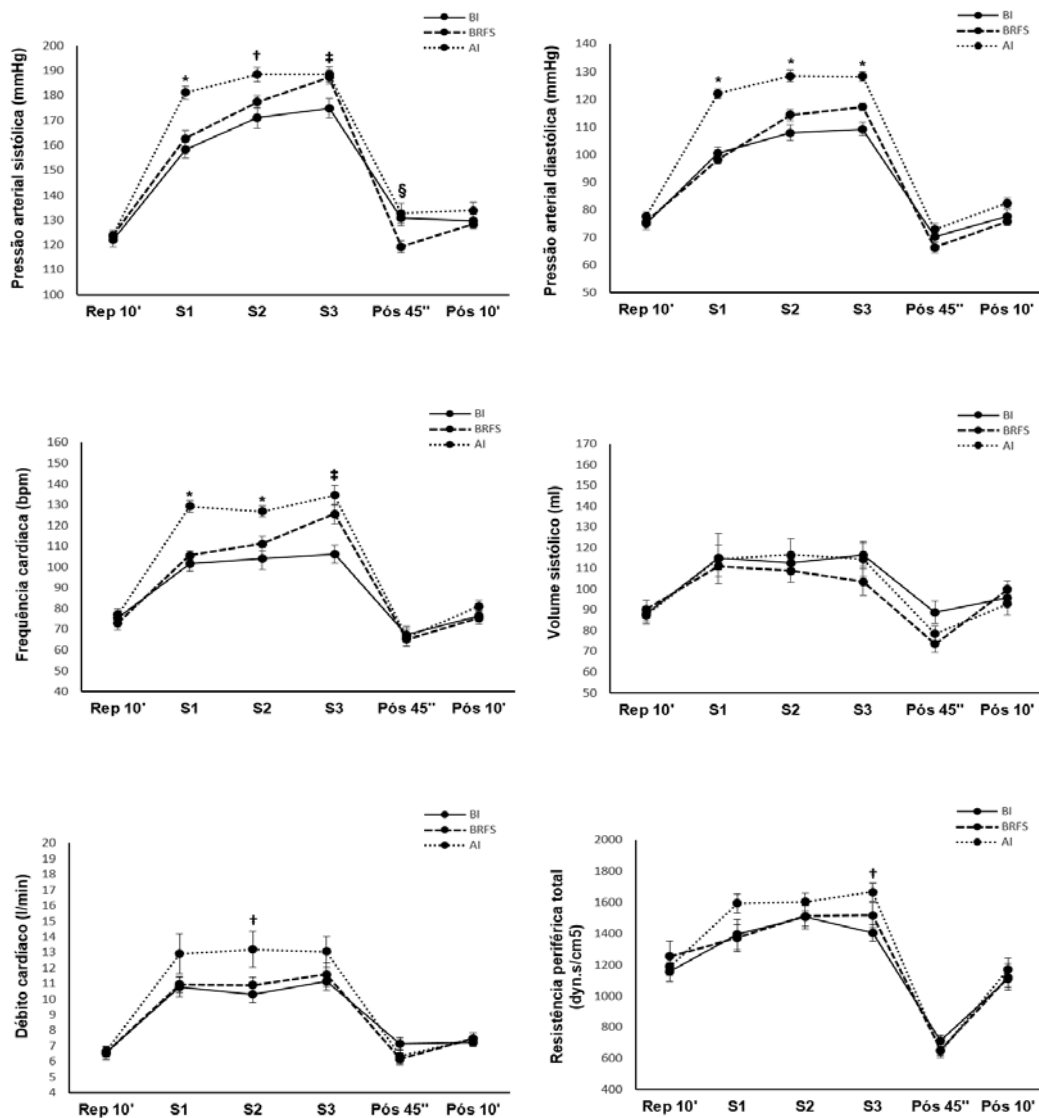
IMC = Índice de massa corpórea; PAS = Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; RFS = Restrição de fluxo sanguíneo; 1RM= Teste de uma repetição máxima

A comparação entre as sessões mostrou diferença significativa para todas as variáveis cardiovasculares, exceto para o VS. Para PAS, foram encontrados maiores valores na primeira série de AI em comparação a BI e BRFS; maiores valores na segunda série de AI em comparação a BI; menores valores na terceira série de BI em comparação a BRFS e AI; e menores valores após 45 segundos do término da sessão para BRFS em comparação a BI e AI. Para a PAD, foram encontrados valores maiores de AI em todas as séries em comparação a BRFS e BI. Para a FC, foram encontrados maiores valores na primeira e segunda série de AI em comparação a BRFS e BI; e menores valores na terceira série de BI em comparação a BRFS e AI. Para o DC, foram encontrados maiores valores

apenas na segunda série de AI em comparação a BI. Para a RPT, foram encontrados maiores valores apenas na terceira série de AI em comparação a BI.

Isoladamente, todas as sessões apresentaram maiores valores nas séries um, dois e três em comparação ao repouso para PAS, PAD, FC e DC ($p < 0,05$). Para o VS, apenas a sessão BI apresentou maiores valores em todas as séries em comparação ao repouso, a sessão BRFS apresentou maiores valores apenas nas séries um e dois, enquanto a sessão AI apresentou maiores valores apenas na série dois ($p < 0,05$).

Figura 4 - Comparação das respostas cardiovasculares e hemodinâmicas no exercício resistido entre sessões de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de AI em relação a BI e BRFS; (†) diferença significativa de AI em relação a BI; (‡) diferença significativa de BI em relação a BRFS e AI; (§) diferença significativa de BRFS em relação a BI e AI. $P < 0,05$.



Já para a RPT, a sessão BI apresentou maiores valores apenas nas séries um e dois, enquanto a sessão AI apresentou maiores valores em todas as séries. Quando comparada as séries, foram encontrados menores valores para PAS na série um de BI e BRFS em relação as séries dois e três, e na série dois de BRFS em relação a série três. Para a PAD, as sessões BI e BRFS também apresentaram menores valores na série um de BI e BRFS em relação as séries dois e três. Já para a FC, foi encontrado menor valor apenas na série um de BRFS em comparação a série três. Para a FC, foi encontrado menor valor apenas na série um de BRFS em comparação a série três.

Figura 5 - Respostas cardiovasculares e hemodinâmicas no exercício resistido entre séries nas sessões de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa em relação as séries; (†) diferença significativa em relação as séries dois e três; (‡) diferença significativa em relação a série três; (§) diferença significativa em relação a série um e dois; (¶) diferença significativa em relação dois. $P < 0,05$.

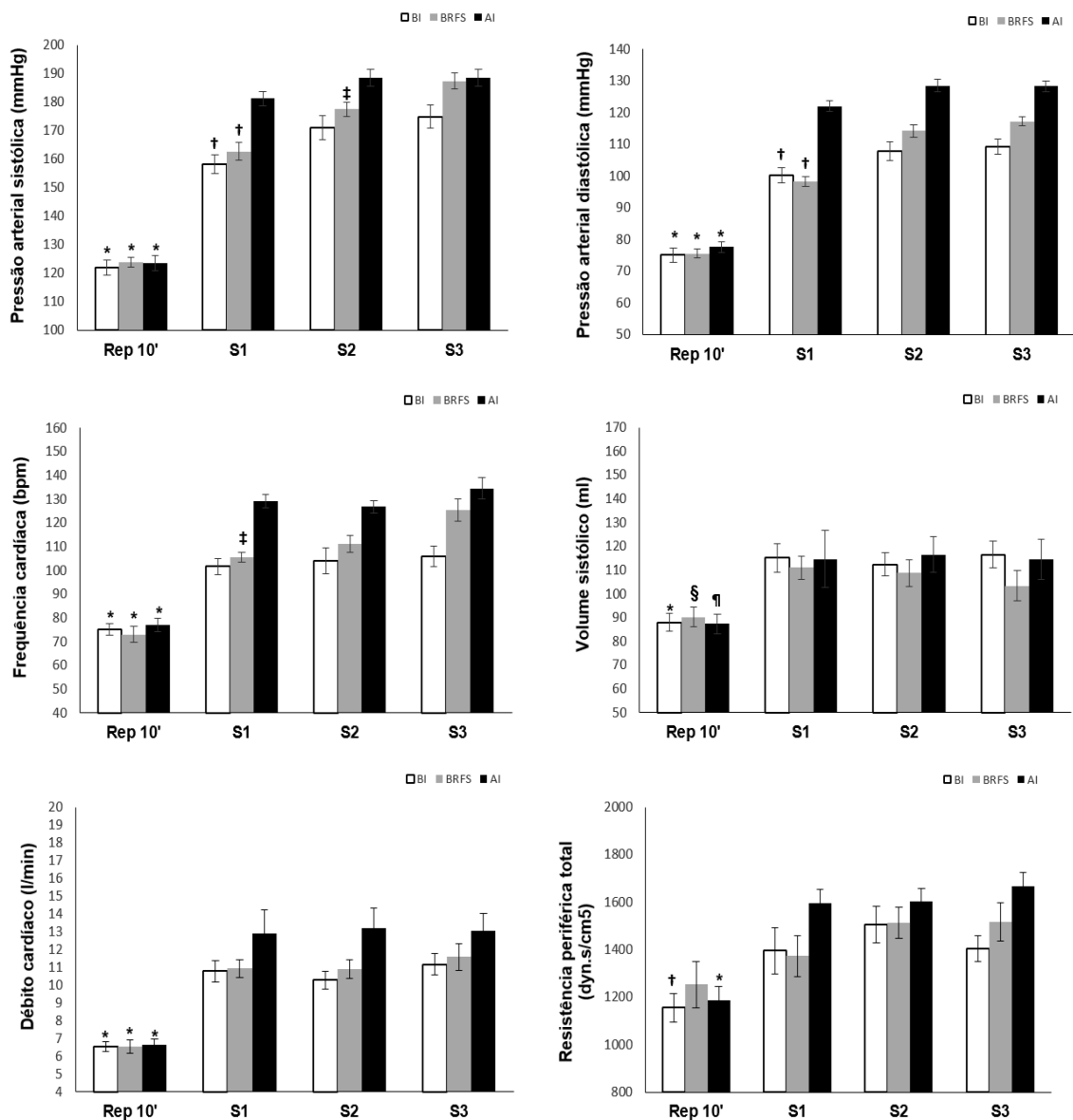
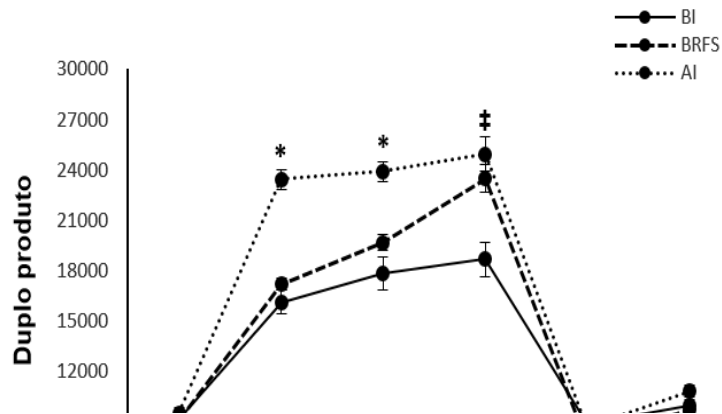


Figura 6 - Comparação das respostas do duplo produto (DP) ao exercício resistido de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de AI em relação a BI e BRFS; (‡) diferença significativa de BI em relação a BRFS e AI; $P < 0,05$.



A comparação entre sessões para o DP apresentou maiores valores para AI nas séries um e dois em relação as sessões BRFS e BI e maiores valores na série três de BRFS e AI em comparação a BI.

Os valores encontrados para percepção subjetiva de esforço após as sessões estão apresentados em média e erro padrão na figura 7. Os valores obtidos na coleta sanguínea de lactato estão apresentados em delta absoluto e erro padrão na figura 8.

Figura 7 - Valores de percepção subjetiva de esforço ao exercício resistido de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de BRFS em comparação a BI e AI; (†) diferença significativa de BI em comparação a AI. $P < 0,05$.

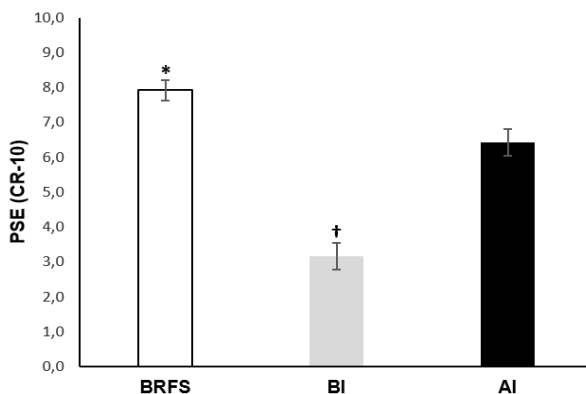
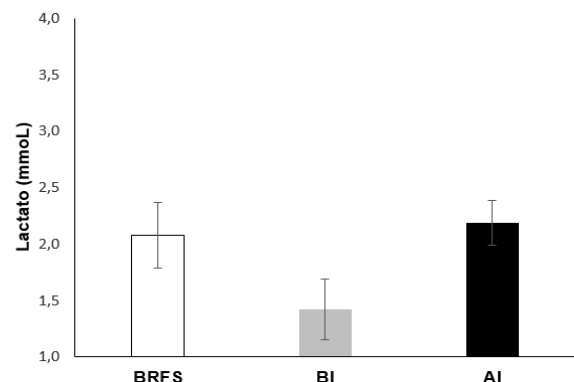


Figura 8 - Resposta do lactato sanguíneo ao exercício resistido de baixa intensidade com RFS (BRFS) e de baixa (BI) e alta (AI) intensidade sem RFS. (*) diferença significativa de AI em comparação a BI. $P < 0,05$.



Para a PSE, foram encontrados maiores valores para BRFS em comparação a BI e AI e menores valores em BI em comparação a AI. Para os valores de lactato sanguíneo foram encontrados maiores aumentos na sessão AI em comparação a sessão BI. Os resultados obtidos na análise da VFC no domínio da frequência estão apresentados na figura 9, enquanto os resultados obtidos no domínio do tempo estão apresentados na figura 10, todos em média e erro padrão.

Figura 9 - Resultados da análise da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões de baixa intensidade (coluna branca), baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (coluna cinza) e alta intensidade (coluna preta) no domínio da frequência nos componentes de baixa (LF) e alta frequência (HF).

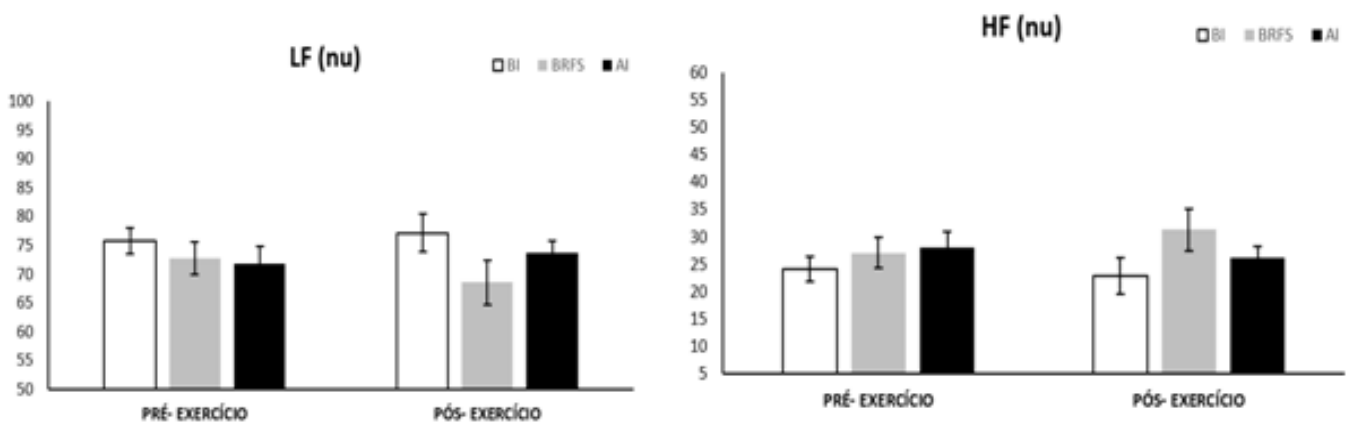
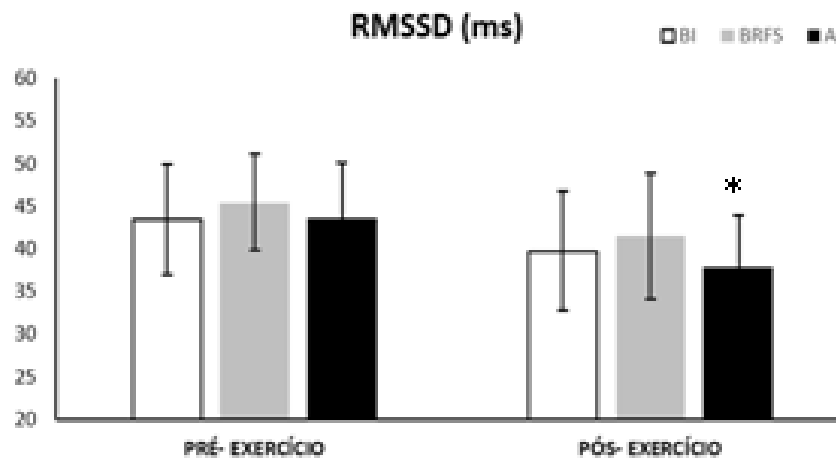


Figura 10 - Resultados da análise da variabilidade da frequência cardíaca entre as sessões de baixa intensidade (coluna branca), baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (coluna cinza) e alta intensidade (coluna preta) no domínio do tempo segundo a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD). (*) diferença significativa em relação ao momento pré-exercício na sessão AI.



A comparação da análise da VFC entre sessões nos períodos pré e pós-exercício não apresentou diferenças significativas tanto no domínio da frequência quanto no domínio do tempo ($P < 0,05$).

Todos os sujeitos completaram o número de séries e repetições pré-determinados sem comprometimento na amplitude de movimento independente da RFS.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo comparou as respostas cardiovasculares e hemodinâmicas durante um exercício resistido de baixa intensidade com RFS em relação ao exercício de baixa e alta intensidade sem RFS. Os principais achados foram: 1) Durante o esforço houve aumento dos valores cardiovasculares em relação ao repouso independentemente da RFS; 2) A comparação entre as sessões mostrou maiores valores pressóricos em AI em relação a BRFS e BI em diversos momentos; 2) a sessão de alta intensidade provocou maior esforço cardíaco (estimado pelo DP) em todas as séries em comparação a BI, e até a segunda série em relação a BRFS; 3) a sensação subjetiva de esforço após as sessões foi maior em BRFS que em AI e BI. 4) Os níveis de lactato sanguíneo foram semelhantes entre as sessões AI e BRFS. A discussão sobre os resultados será apresentada em forma de tópicos para cada conjunto de variáveis analisadas.

6.1 RESPOSTAS CARDIOVASCULARES

No presente estudo, todas as variáveis cardiovasculares (PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT) apresentaram aumento em todas as séries em comparação ao repouso para todas as sessões.

Assim, embora outros fatores possam contribuir para alterações no comportamento cardiovascular durante o esforço como por exemplo a intensidade e o volume (séries e repetições) (Pescatello *et al.*, 2004; Cornelissen *et al.*, 2013), no presente estudo independente das diferenças desses fatores entre sessões, o comportamento cardiovascular durante o esforço foi semelhante. Uma hipótese para esse fenômeno pode ser pautada sobre o componente isométrico do ER, o qual possui a característica de provocar a compressão do leito vascular pela própria musculatura solicitada (MacDougall *et al.*, 1985). Com isso, a maior RPT oferecida, tende a diminuir a oferta de oxigênio para musculatura ativa, gerando acúmulo de metabólitos locais, estimulação de quimiorreceptores, aumento da FC e na contratilidade cardíaca (Mayo *et al.*, 1999), culminando para aumentos na PAS e na PAD.

Por outro lado, a comparação entre séries demonstrou aumentos significativos nas séries dois e três para PAS e PAD em comparação a série um

apenas nas sessões de baixa intensidade. Nesse caso, além característica isométrica do ER, os fatores anteriormente citados (volume e intensidade) sobretudo o número de repetições deve ser levado em consideração. Lamotte *et al.*, (2005) por exemplo, ao investigar o efeito de diferentes intensidades com cargas equivalentes (70% 1RM, 10 repetições vs 40% 1RM, 17 repetições) no exercício de extensão de perna em pacientes cardíacos, identificou que a menor intensidade provocou maiores respostas cardiovasculares nas séries subsequentes em relação a primeira série e em todas as séries na comparação entre a sessão de alta intensidade. Os autores atribuíram esses resultados ao maior tempo de esforço relativo, sugerindo que a sobrecarga progressiva no sistema cardiovascular foi dependente do maior tempo de tensão exercida.

De fato, se considerarmos o número de repetições (17 repetições) do estudo de Lamotte *et al.*, (2005) essa hipótese também pode ser utilizada em nosso estudo para os valores encontrados entre séries para as sessões BI e BRFS, onde ficou evidente elevado tempo de tensão relativa nessas sessões (15 repetições), no entanto, vale ressaltar que diferentemente do estudo de Lamotte *et al.*, (2005) esse maior tempo de esforço não foi suficiente para promover maiores valores em relação a sessão de alta intensidade.

Nesse sentido, ao considerar as diferentes intensidades entre sessões (20% 1RM vs 80% 1RM), a sessão de alta intensidade apresentou maiores valores pressóricos em diversos momentos em relação as sessões de baixa intensidade. Tal fenômeno pode ser explicado em partes pela relação direta entre as respostas cardiovasculares durante o esforço com a carga mobilizada (Wilborn *et al.*, 2004; Haslam *et al.*, 1988; MacDougall *et al.*, 1992). Segundo MacDougall *et al.* (1985), além do maior esforço muscular necessário para vencer uma carga elevada, outros fatores como a manobra de Valsalva pode contribuir para elevação dos níveis pressóricos durante o esforço.

Entretanto, deve ser considerado que quando o ER é realizado em altas intensidades a manobra de Valsalva se torna inevitável, devido à necessidade de estabilização do tronco e aumento da produção de força. Logo, essa manobra respiratória eleva a pressão intratorácica, reduzindo o retorno venoso pela compressão da veia cava, resultando em aumentos da RPT e conseqüentemente da PA para suprir a demanda sanguínea (Polito *et al.*, 2003).

De outro modo, a sessão de alta intensidade não apresentou diferenças significativas nas séries dois e três da PAS e na série três da FC em comparação a sessão BRFS. Com isso, é possível sugerir que o modelo de BRFS foi capaz de provocar por si só ao longo do exercício alterações fisiológicas e metabólicas suficientes para provocar respostas cardiovasculares semelhantes ao ER realizado em alta intensidade.

Por fim, a comparação entre as sessões de baixa intensidade demonstrou maiores valores na sessão BRFS para PAS, FC e DP na terceira série em relação a sessão BI. Assim, o aumento agudo dessas variáveis durante o esforço pode ser traduzido como um forte indicador de estresse cardíaco, sobretudo o DP que possui forte correlação com o consumo de oxigênio miocárdico (Gobel *et al.*, 1978).

Resultados semelhantes ao do presente estudo podem ser encontrados na literatura. Vieira *et al.* (2012) por exemplo, apontaram maiores valores de PAS, PAD e FC durante o exercício de rosca bíceps com RFS em relação ao exercício sem RFS. Do mesmo modo, Takano *et al.* (2005) também observaram maiores valores de PA e FC durante a extensão de perna com RFS, em relação ao exercício de baixa intensidade sem RFS. Os autores apontam que a possível explicação para esse comportamento da PA durante o ER com RFS, pode ser pautada à compressão externa promovida pelo manguito que se manteve inflado por toda a sessão, uma vez que, essa compressão externa somada a própria compressão da musculatura sobre os vasos tendem a intensificar as respostas pressóricas (Rossow *et al.*, 2012).

Todavia, vale lembrar que a RFS não foi capaz de promover aumentos significativos nas séries iniciais. Assim, sugere-se que outros fatores podem ter contribuído de forma adicional para a maior resposta cardiovascular na última série.

6.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A PSE foi utilizada no presente estudo como um forte indicador de tolerância ao exercício (Morree, 2011), sobretudo no modelo com RFS o qual foi apontado por algumas pesquisas (Wernborn *et al.* 2006; 2009) como sendo um modelo capaz de promover grande desconforto em sua realização. Vale lembrar,

que valores elevados para a PSE estão diretamente relacionados à fadiga muscular (Enoka *et al.* 199), fator impactante para continuidade do exercício. Na presente investigação, os resultados encontrados no final do exercício para a PSE apontaram maiores valores na sessão que envolveu a RFS em relação as demais sessões e para a sessão de alta intensidade em comparação a sessão de baixa intensidade sem RFS.

De outro modo, um estudo conduzido por Wernbom *et al.* (2006), ao investigar o desempenho muscular durante a extensão de joelhos em diferentes intensidades (20%, 30%, 40% e 50% 1RM) com e sem RFS até a falha muscular, encontrou valores elevados para a PSE tanto para as sessões com RFS, quanto sem RFS. Por outro lado, na análise do desempenho a sessão de menor intensidade (20%1RM) com RFS apresentou menor número de repetições completas, sugerindo influência negativa da RFS para continuidade do exercício. Os autores, acreditam que esses resultados sejam decorrentes da isquemia e do acúmulo de metabólitos locais, causados pela própria restrição de fluxo sanguíneo (Takarada *et al.*, 2000), o que pode ter gerado um maior desconforto e fadiga muscular precoce.

Entretanto, uma recente tese de doutorado realizada sobre a psicofisiologia da percepção de esforço (Morree, 2011) aponta que os sinais sensoriais recebidos durante o esforço não são meramente uma tradução dos estímulos físicos, (mecânicos e químicos) como sugerido por Wernbom (2006), mas que há também um forte fator cognitivo envolvido nessa percepção que deve ser considerado. Assim, Morre (2011) enfatiza que o entendimento da PSE no contexto do exercício vai além da fisiologia, e que o mesmo deve ser interpretado de forma cautelosa para que não haja conclusões equivocadas, uma vez que por exemplo, as vias sensoriais da dor se assemelham às vias da percepção.

Contudo, em nosso estudo embora a PSE tenha apresentado maiores valores na sessão envolvendo a RFS, esses resultados não foram suficientemente expressivos para influenciar a realização das repetições ou repercutirem em modificações nas respostas cardiovasculares em relação à sessão de alta intensidade. Mais ainda, diferentemente do estudo de Wernbom (2006) nosso protocolo foi realizado com número fixo de repetições (quinze), o que pode ter influenciado nos resultados encontrados. Além disso, outros fatores como a largura dos manguitos (18x90 cm) utilizados pode ter contribuído também para valores elevados na percepção de esforço (Loenneke *et al.*, 2012).

6.3 LACTATO SANGUÍNEO

A análise do lactato sanguíneo na comparação entre sessões apontou maiores valores para sessão AI em relação a sessão BI. Mais ainda, não foi identificado diferenças significativas entre as sessões de baixa intensidade e entre as sessões BRFS vs AI. Desse modo, ficou evidente que o grau de estresse metabólico entre as sessões BRFS e AI foram semelhantes. Igualmente, um estudo conduzido por Reeves *et al.*, (2006) que comparou as respostas hormonais no ER de baixa intensidade com RFS e de alta e baixa intensidade sem RFS, identificou valores semelhantes para os níveis de lactato imediatamente após o exercício entre a sessão de alta intensidade e a sessão que envolveu a RFS.

Evidências sugerem (Takada *et al.*, 2012; Takarada *et al.*, 2000c; Takarada *et al.*, 2002), que o acúmulo elevado de lactato durante o ER de baixa intensidade com RFS pode ser um forte estímulo para liberação de hormônio do crescimento (GH) e hipertrofia muscular. Assim, de forma crônica essa resposta fisiológica ao lactato poderia favorecer populações que não são capazes de se exercitarem com cargas elevadas.

Entretanto, outros estudos (Pope *et al.* 2013) apontam que o desequilíbrio entre a produção e a captação desse metabólito está associada à fadiga muscular, em função do acúmulo de íons H^+ ocasionado pela hipóxia tecidual provocada pela própria RFS. Apesar disso, o protocolo aplicado em nosso estudo não foi capaz de provocar a fadiga muscular, uma vez que todos os sujeitos realizaram todas as repetições sem comprometimento de amplitude e/ou falha de movimento. Portanto, nesse caso o modelo BRFS pode ser uma alternativa interessante para proporcionar um ambiente metabólico favorável ao desenvolvimento muscular.

6.4 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A análise da VFC é considerada um forte indicador de modulação autonômica do coração (Task Force, 1996; Paschoa *et al.*, 2006). Entretanto, são poucos os estudos (Iida *et al.*, 2007; Okuno *et al.*, 2013) que investigaram essa variável no contexto do ER com RFS. Na presente investigação, as variáveis analisadas no domínio da frequência (LF, HF) não apresentaram diferenças significativas. Enquanto, a comparação entre momentos para a variável no domínio

do tempo (RMSSD) apresentou menor valor após o exercício para a sessão de alta intensidade.

Traduzindo esses resultados para uma aplicação clínica, podemos sugerir que o menor valor encontrado para o RMSSD na sessão de alta intensidade pode indicar uma atenuação da recuperação parassimpática, uma vez que essa variável apresenta forte correlação com o componente HF, que por sua vez representa a modulação parassimpática (Task Force, 1996). Por outro lado, na presente investigação o componente HF não reduziu suficientemente ao ponto de provocar diferenças significativas após o esforço.

Contudo, um estudo realizado por Okuno *et al.* (2013) que investigou o estresse autonômico cardíaco após o ER de baixa intensidade (40%1RM) com e sem RFS e de alta intensidade (80%1RM) sem RFS, encontrou resultados semelhantes ao do presente estudo. Os autores identificaram que após a sessão de alta intensidade as variáveis RMSSD e HF apresentaram valores menores em relação ao repouso e às demais sessões. Com isso, Okuno *et al.* (2013) concluíram que o ER envolvendo a RFS proporcionou menor estresse cardíaco em comparação a sessão de alta intensidade. Mais ainda, os autores atribuíram parte desse comportamento da VFC em função da possível influência da intensidade do exercício sobre o sistema nervoso autônomo (Martinmaki *et al.*, 2008).

De outro modo, apesar de os resultados apresentados indicarem menor estresse autonômico do modelo de ER com RFS, devemos considerar que a grande variação dos protocolos aplicados (volume, intensidade, nível de RFS, tipo de exercício) e a escassez de maiores investigações nesse tipo de abordagem interferem na aplicabilidade prática dessas conclusões. Portanto, outros estudos devem ser conduzidos nessa temática, sobretudo com protocolos similares.

7 CONCLUSÃO

O exercício resistido de baixa intensidade com RFS apresentou menores valores cardiovasculares, menor estresse autonômico e cardíaco quando comparado com o modelo sem restrição de alta intensidade, porém com maiores valores de sensação subjetiva de esforço e grau de estresse metabólico semelhante.

Nesse sentido, apesar de o modelo BRFS provocar níveis elevados de PSE, a aplicação de três séries com número fixo de repetições (quinze) parece ser tolerável para pessoas jovens e fisicamente ativas. Contudo, a aplicação desse modelo em amostras com limitações fisiológicas ao exercício resistido, como idosos e hipertensos, ainda carece de maiores investigações.

REFERÊNCIAS

- Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, Sugaya M, Kudo M, Kurano M, Yasuda T, Sato Y, Ohshima H, Mukai C, Ishii N. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *J sports Sci Med* (2010); **9**:452–458.
- Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow–restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clin Physiol Funct Imaging* (2012); **32**: 247-252.
- Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL: *Human Kinetics* (1998).
- Cornelissen VA, Smart NA. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Metaanalysis. *J Am Heart Assoc*, (2013); **2**:1-9.
- Enoka, R.M., Stuart, D.G. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol* (1992); **72**: 1631 - 1648.
- Fahs CA, Rossow LM, Loenneke JP, Thiebaud RS, Kim D, Bemben DA, Bemben MG. Effect of different types of resistance exercise on arterial compliance and calf blood flow. *Eur J Appl Physiol* (2011); **111**: 2969-2975.
- Fleck SJ, and Dean L. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol* (1987); **63**:116-20.
- Gandevia S.C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Reviews* (2001); **81**: 1725 – 1789
- Gobel FL, Norstrom LA, Nelson RR, Jorgensen CR, Wang Y. The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation* (1978); **57**:549-56.
- Gotshall RW, Gootman J, Byrnes WC, Fleck SJ, Valovich TC. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. *JEPonline*, (1999); **2**:1-6.
- Haslam DRS, McCartney N, McKelvie RS, MacDougall JD. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *J Cardiopulm Rehabil* (1988); **8**: 213-25.
- Hedelin R, Kenttä G, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsén K. Short term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc* (2000); **32**:1480-484.
- Hernández MJ, Marín PJ, Menéndez H, Ferrero C, Loenneke JP, Herrero AJ. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. *Scand J Med Sci Sports* (2013); **23**: 114-120.

- Iida H, Kurano M, Takano H, Kubota N, Morita T, Meguro K, Sato Y, Abe T, Yamazaki Y, Uno K, Takenaka K, Hirose K, Nakajima T. Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *Eur J Appl Physiol* (2007); **100**, 275-285.
- Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bembem MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol* (2010); **108**: 147–155.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* (2004); **36**: 674-688.
- Lamotte M, Niset G, van de Borne P. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* (2005); **12**:12-7.
- Loenneke JP, Pujol TJ .KAATSU: Rationale for application in Astronauts. *HIPPOKRATIA* (2010); **14**:224.
- Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength Cond J* (2009); **31**: 77–84.
- MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy exercise. *J Appl Physiol* (1985); **58**:785-90.
- MacDougall JD, McKelvie RS, Moroz DE, Sale DG, McCartney N, Buick F. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *J Appl Physiol* (1992); **73**:1590–1597.
- Madarama H, Neya M, Ochi E, Nakazato K, Sato Y, Ishii N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc* (2008); **40**: 258–263.
- Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exerc Sports Sci Rev* (2009); **37**:78–85
- Manimmanakorn A, Manimmanakorn N, Taylor R, Draper N, Billaut F, Shearman JP, Hamlin MJ. Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. *Eur J Appl Physiol* (2013).
- Martinmaki, K, Rusko, H. Time-frequency analysis of heart rate variability during immediate recovery from low and high intensity exercise. *Eur J Appl Physiol* (2008); **102**:353-360.
- Mayo J, Kravitz L. A Review of the Acute Cardiovascular Responses to Resistance Exercise of Healthy Young and Older Adults. *Strength Cond J* (1999); **13**: 90-96.
- Miles DS, Owens JJ, Golden JC, Gotshall RW. Central and peripheral hemodynamics during maximal leg extension exercise. *Eur J Appl Physiol* (1987); **56**:12–17.

- Morree HM. The psychophysiology of perception of effort. 2011. Tese – Universidade de Bangor, Reino Unido.
- Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, Meguro K, Sato Y, Nagata T, and KAATSU Training Group. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *Int J KAATSU Training Res* (2006); **2**: 5-13.
- Okuno NM, Pedro RE, Leicht AS, de Paula Ramos S, Nakamura FY. Cardiac autonomic recovery after a single session of resistance exercise with and without vascular occlusion. *J Strength Cond Res* (2013) [Epub ahead of print]
- Park S, Kim JK, Choi HM, Kim HG, Beekley MD, Nho H. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. *Eur J Appl Physiol* (2010); **109**:591-600.
- Paschoa DC, Coutinho JF, Almeida MB. Análise da variabilidade da frequência cardíaca no exercício de força. *Rev SOCERJ* (2006); **16**:385-390.
- Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* (2004); **36**:533-53.
- Polito MD, Farinatti PT. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Ciências do desporto* (2003); **3**:79-91.
- Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res* (2013); **10**:2914-26.
- Poton R, Polito MD. Comportamento da pressão arterial durante o exercício resistido de baixa intensidade com oclusão vascular. In: IV Congresso Brasileiro de Metabolismo, Nutrição e Exercício (COMBRAMENE), Londrina. (2012); 182-182.
- Poton R., Polito MD. Respostas cardiovasculares durante o exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo. In: 36º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte (2013); **21**:101-101.
- Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ, Triplett NT. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* (2009); **41**: 687–708.
- Reeves G, Kraemer R, Hollander D, Clavier J, Thomas C, Francois M, Castracane D. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *J Appl Physiol* (2006); **01**:1616-1622.
- Rosow LM, Fahs CA, Loenneke JP, Thiebaud RS, Sherk VD, Abe T, Bemben MG. Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clin Physiol Funct Imagin* (2012); **32**: 331-337.
- Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J Kaatsu Training Res* (2005); **1**:1-5.

Sousa NM, Magosso RF, Dipp T, Plentz RD, Marson RA, Montagnolli AN, Martins RA, Perez SE, Baldissera V. Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. *Eur J Prev Cardiol* (2013); **0**:1-8.

Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi M, Takada S, Takahashi T, Omokawa M, Kinugawa S, and Tsutsui H. Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol* (2009); **106**:1119-1124.

Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T, Hirabayashi K, Takahashi M, Morita N, Horiuchi M, Kinugawa S, Tsutsui H. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol* (2012); **112**: 3915-3920.

Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, Hirose K, Matsumoto A, Takenaka K, Hirata Y, Eto F, Nagai R, Sato Y, Nakajima T. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol* (2005); **95**:65–73.

Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol* (2002); **86**: 308-314.

Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc* (2000a); **32**:2035–2039.

Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscle function in humans. *J Appl Physiol* (2000b); **88**: 2097–2106.

Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* (2000c); **88**: 61 – 65

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* (1996); **93**:1043-65.

Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, Levy D. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. *Circulation* (1996); **94**:2850-855.

Vanderlei LC, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* (2009); **24**:205-217.

Vieira PJ, Chiappa GR, Umpierre D, Stein R, Ribeiro JP. Hemodynamic responses to resistance exercise with restricted blood flow in young and older men. *J Strength Cond Res* (2012).

Wernbom M, Augustsson J, Thomeé R. Effects of vascular occlusion on muscular endurance in dynamic knee extension exercise at different submaximal loads. *J Strength Cond Res* (2006); **20**:372-377

Wernbom M, Järrebring R, Andreasson MA, Augustsson J. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *J Strength Cond Res* (2009); **23**:2389-95.

Wilborn C, Greenwood M, Wyatt F, Bowden R, Grose D. The effects of exercise intensity and body position on Cardiovascular variables during resistance exercise. *J Exerc Physiol* (2004); **7**: 29-36.

Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *J Strength Cond Res* (2013).

Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sato Y, Abe T. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging* (2010); **30**: 338–343.

ANEXOS

ANEXO A

CR-10



Grupo de Estudos em Respostas Cardiovasculares
e Exercício

ESCALA DE BORG (CR-10)

0	NENHUMA
0,5	MUITO, MUITO LEVE
1	MUITO LEVE
2	LEVE
3	MODERADA
4	POUCO INTENSA
5	INTENSA
6	
7	MUITO INTENSA
8	
9	MUITO, MUITO INTENSA
10	MÁXIMA

ANEXO B**Parecer do Comitê de Ética**

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
 Universidade Estadual de Londrina
 Registro CONEP 5231

Parecer CEP/UEL:	169/2013
CAAE:	18982513.6.0000.5231
Data da Relatoria:	30/09/2013
Pesquisador(a):	Marcos Doederlein Polito
Unidade/Órgão:	CEFE - Programa De Pós - Graduação em Educação Física UEM/UEL

Prezado(a) Senhor(a):

O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:

"RESPOSTAS CARDIOVASCULARES DURANTE O EXERCÍCIO RESISTIDO REALIZADO COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO."

Situação do Projeto: **Aprovado**

Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá apresentar ao CEP/UEL, via Plataforma Brasil, relatório final da pesquisa.

Londrina, 07 de outubro de 2013.


Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
 Universidade Estadual de Londrina

