



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ROBERTA RAMOS PINTO

**EFEITO DA RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A
HEMODINÂMICA, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO
E LACTACIDEMIA DURANTE EXERCÍCIOS DE MEMBROS
INFERIORES EM MULHERES HIPERTENSAS**

Londrina
2017

ROBERTA RAMOS PINTO

**EFEITO DA RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A
HEMODINÂMICA, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO
E LACTACIDEMIA DURANTE EXERCÍCIOS DE MEMBROS
INFERIORES EM MULHERES HIPERTENSAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito à obtenção do título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Pinto, Roberta Ramos.

Efeito da restrição do fluxo sanguíneo sobre a hemodinâmica, percepção subjetiva do esforço e lactacidemia durante exercícios de membros inferiores em mulheres hipertensas. / Roberta Ramos Pinto. - Londrina, 2017.
147 f.

Orientador: Marcos Doederlein Polito.

Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Pressão arterial. Restrição do fluxo sanguíneo. Exercício resistido. Hipertensão arterial. - Tese. I. Polito, Marcos Doederlein . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

ROBERTA RAMOS PINTO

**EFEITO DA RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A
HEMODINÂMICA, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO E
LACTACIDEMIA DURANTE EXERCÍCIOS DE MEMBROS
INFERIORES EM MULHERES HIPERTENSAS**

BANCA EXAMINADORA

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

Profa. Dra. Solange de Paula Ramos
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Rafael Deminice
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Juliano Casonatto
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Prof. Dr. Cosme Franklin Buzzachera
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Londrina, 13 de abril de 2017

Aos meus pais José Roberto e Ismenia, que como herança mais preciosa me deixaram os estudos, e o gosto de estudar e ensinar a estudar.

À minha tia e madrinha Olinda Ramos D'Avila, por quem tenho amor imensurável e gratidão infinita por todo o amor e carinho que tiveste por mim ao longo da minha vida.

Ao homem da minha vida Fábio, que ao dividir a vida comigo, também dividiu as emoções, desafios e alegrias desta jornada de trabalho e estudo que aconteceu concomitante à chegada do nosso filho Gael, benção do Senhor!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, Pai Amoroso, que desde muito cedo se mostrou a mim, e me conquistou. Agradeço por todas as portas que me abristes e também por todas que por Ti foram fechadas. Peço as Suas Bênçãos Senhor, aos mestres, amigos, colegas de trabalho e estudo e familiares, que foram enviados por Ti como anjos para me guiarem e motivarem a concluir esta etapa de estudo e vida. Obrigada também pelo maior presente que veio durante este doutorado, meu filho Gael, inspiração maior!

Agradeço ao meu orientador e mestre Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito pelo exemplo de profissionalismo e humanidade. Obrigada pelo exemplo poderoso de que as ações falam mais que palavras. Obrigada pela acolhida desde o primeiro contato e da atenção e incentivo em todos os momentos que eu o solicitei. Tenha certeza que vou levar comigo seu olhar amigo e sereno e o privilégio e gratidão de ter convivido contigo nestes anos de estudo.

Agradeço aos membros da banca, prof. Juliano Casonatto, por quem tenho grande admiração desde que era aluno de doutorado e colega de grupo de pesquisa, pois já era um grande pesquisador, sempre acessível e disposto a sanar várias das minhas indagações. Ao prof. Cosme Buzzachera, prof. Rafael Deminice e profa. Solange de Paula Ramos por terem aceitado de prontidão participar da banca da minha qualificação e defesa e por todos os apontamentos tão pertinentes e valiosos que foram feitos.

Agradeço à minha mãe Ismenia, ao meu pai José Roberto, pais amados, a minha irmã Raquel, ao meu irmão Leonardo e às minhas cunhadas Mariana (Mari) e Fernanda, que sempre torceram pelo meu sucesso e realização pessoal e profissional. Mari, a você minha cunhada querida, toda gratidão pela revisão do *abstract* da tese, e por toda ajuda que me deu em outras experiências marcantes da minha vida. Obrigada por toda sua empolgação e alegria, e por deixar meus dias mais coloridos e vibrantes na sua companhia.

Agradeço pelas crianças especiais, amadas e abençoadas que Deus colocou na minha vida, meu filho Gael, aos meus sobrinhos Felipe, Liz e Murilo e Diogo Côrrea Jesus, meu afilhado.

Agradeço aos meus amigos do Colegiado de Massoterapia do IFPR Adriane Cardeal, Ana Carolina Braz, Juliana Fernandes, Rafael Pereira e Tatiane Romanini, e agora um pouco mais distante, porém com a mesma amizade e carinho, Jackeline Guinoza e João Pedro Batista Junior, do Colegiado de Enfermagem, Simone Roecker e do Colegiado de Saúde Bucal, Berenice Tatibana por todo apoio, motivação e inspiração. Saibam que é um privilégio e aprendizado diário trabalhar com vocês.

Pelos amigos Daniel Martinez Saez, Adriana Corrêa Jesus e Fabíola Dinardi Doretto, pelos anos maravilhosos de amizade. Saibam que são muito importantes na minha vida e que tenho a amizade de vocês como um grande tesouro.

Gratidão às ex-alunas que se tornaram amigas e sei que torcem pela minha felicidade e também da minha família, Suelen Alves, Luzinete Oliveira Góes e Luciana Martins.

Aos meus amigos do grupo de estudo GeCardio – UEL, por todo aprendizado compartilhado, e em especial a Cristiane Travensolo e Karla Goessler, minha admiração.

Agradeço em especial a cada uma das minhas pacientes, por aceitarem participar do estudo e aguentarem o desconforto gerado pela técnica, em alguns momentos ao longo do estudo. Cada uma de vocês aceitou o desafio de participar deste estudo de forma consciente pelo avanço da pesquisa e eu serei eternamente grata pelos seus sacrifícios.

Gratidão a todos os professores do PPGEF que de alguma forma contribuíram com o meu processo de formação, em especial ao prof. Crivaldo Cardoso, pelas brilhantes aulas sobre fisiologia cardiovascular.

À Ivone, secretária do PPGEF, pelo retorno imediato sempre que necessitei de alguma orientação e pelas conversas agradáveis que tivemos.

Ao IFPR, pelo edital (023/2014/IFPR) de afastamento para pós graduação *Stricto Sensu* que me concedeu licença para me dedicar exclusivamente aos estudos, em aproximadamente 50% do tempo total do doutorado. Esse afastamento me proporcionou condições de aproveitamento pleno durante esta etapa tão importante de formação acadêmica e humana.

“Não é o muito saber que sacia e satisfaz a alma, mas o sentir e saborear internamente todas as coisas”. (Santo Inácio de Loyola)

PINTO, Roberta Ramos. **Efeito da restrição do fluxo sanguíneo sobre a hemodinâmica, percepção subjetiva do esforço e lactacidemia durante exercícios de membros inferiores em mulheres hipertensas.** 2017. 147f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

O objetivo desta tese foi analisar as respostas hemodinâmicas, o lactato e a percepção subjetiva de esforço durante um exercício resistido realizado com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) por mulheres idosas e hipertensas. Foram realizados dois estudos originais e, em ambos, as variáveis pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC) e resistência periférica total (RPT) foram aferidas por medidas batimento-a-batimento de forma contínua. O primeiro estudo teve como proposta metodológica testar o delineamento a ser utilizado. Doze mulheres hipertensas realizaram aleatoriamente três sessões no exercício *leg-press*, sendo 1) uma sessão com RFS (3 séries; 15 repetições; 20% de 1RM), 2) uma sessão sem RFS e alta intensidade (3 séries; 8 repetições; 65% de 1RM) e 3) uma sessão sem RFS e baixa carga (3 séries; 15 repetições; 20% de 1RM). A sessão com RFS desencadeou maiores valores hemodinâmicos e de percepção subjetiva de esforço que o exercício convencional com alta carga em mulheres hipertensas. A percepção subjetiva de esforço foi também significativamente mais alta após a sessão de exercícios com RFS. O segundo estudo foi conduzido com ajustes metodológicos identificados a partir do primeiro estudo, por meio da equalização do volume e do tempo de recuperação das sessões. Dezoito mulheres hipertensas realizaram aleatoriamente três sessões: 1) 3 séries; 10 repetições; 20% de 1RM com RFS; 2) 3 séries; 10 repetições; 65% 1RM sem RFS; 3) RFS sem exercício. As sessões de exercícios foram realizadas no aparelho de extensão de joelhos e foi incluída a medida do lactato. Em comparação com o exercício sem RFS, o exercício com RFS levou a: mesmos valores hemodinâmicos durante o exercício; menores valores de percepção subjetiva do esforço; lactato sanguíneo mais baixo; maior demanda hemodinâmica durante os intervalos de repouso. Assim, ambos os estudos mostraram que o exercício resistido de baixa intensidade com RFS não é considerada uma alternativa indicada para mulheres hipertensas idosas, por sobrecarregar o sistema cardiovascular das participantes.

Palavras-chave: Pressão arterial. Restrição do fluxo sanguíneo. Exercício resistido. Hipertensão arterial.

PINTO, Roberta Ramos. **Effect of blood flow restriction on haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate during lower limbs exercises in hypertensive women**. 2017. 147 p. Tese (Doutorado em Educação Física) - Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

This Doctoral thesis aimed at analysing haemodynamic responses, blood lactate and rating of perceived exertion during resistance exercise with blood flow restriction (BFR) in elderly hypertensive women. Two original studies were written and in both of them, the variables systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), stroke volume (SV), cardiac output (CO) and systemic vascular resistance (SVR) were measured on a beat-to-beat continuous basis. The first one presented as a methodological proposal to test the study design to be used. Twelve hypertensive women undertook three random experimental sessions in the leg-press exercise: 1) Three sets, eight repetitions, 20% of one-repetition maximum (1RM), with BFR; 2) Three sets, 15 repetitions, 65% of 1RM, without BFR; and 3) three sets, 15 repetitions, 20% of 1RM, without BFR. Low-intensity resistance exercise with BFR can initiate higher haemodynamic and cardiovascular values than traditional high-intensity resistance exercises in hypertensive women. The rating of perceived exertion was also significantly higher after the session with BFR. The second study was carried out with methodological adjustments identified from the first one, using the equalization of volumes and recovery times. Eighteen hypertensive women undertook three random sessions: 1) three sets; 10 repetitions; 20% of one repetition maximum (1RM) with BFR; 2) three sets; 10 repetitions; 65% of 1RM; without BFR; 3) no-exercise with BFR. The exercise sessions were performed on knee extension equipment and lactate measurement was included. In comparison with high-intensity resistance exercise, low-intensity resistance exercise with BFR can elicit: same haemodynamic values during exercise; lower rating of perceived exertion; lower blood lactate; higher haemodynamic demand during the rest intervals. Thus, both studies have shown that low-intensity resistance exercise with BFR is not considered an indicated alternative for elderly hypertensive women, because it overwhelms participants' cardiovascular system.

Palavras-chave: Blood pressure. Vascular occlusion. Resistance exercise. Hypertension.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos envolvendo treinamento resistido com RFS x hipertrofia e força muscular	28
Tabela 2 - Estudos envolvendo exercício resistido com RFS x hemodinâmica	44
Tabela 3 - Características gerais da amostra	69
Tabela 4 - Valores das respostas hemodinâmicas durante as diferentes sessões de exercício	74
Tabela 5 - Valores das respostas hemodinâmicas durante o intervalo de recuperação entre as séries	75
Tabela 6 - Características gerais da amostra	84
Tabela 7 - Respostas hemodinâmicas durante as diferentes sessões	90
Tabela 8 - Valores das respostas hemodinâmicas durante intervalos de repouso entre séries	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
AI	Alta Intensidade
ANOVA	Análise de Variância
AST	Área de Secção Transversa
BI	Baixa Intensidade
CK	Creatina Quinase
CVM	Contração Voluntária Máxima
DC	Débito Cardíaco
DP	Duplo Produto
FC	Frequência Cardíaca
HA	Hipertensão Arterial
IDATE	Inventário de Ansiedade Traço-Estado
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
IL	Interleucina
LA	Lactato
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
RFS	Restrição do Fluxo Sanguíneo
RM	Repetição Máxima
RV	Retorno Venoso
RPT	Resistência Periférica Total
VS	Volume Sistólico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO.....	21
3.1.1	Pressão do Cuff de Restrição do Fluxo Sanguíneo.....	22
3.1.2	Hipertrofia e Força Muscular	25
3.1.3	Frequência, Volume, Intensidade do Exercício e Lesão Muscular	39
3.2	COMPORTAMENTO CARDIOVASCULAR DURANTE O EXERCÍCIO COM RFS.....	43
3.3	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E SUA RELAÇÃO COM O EXERCÍCIO RESISTIDO COM RFS	55
3.4	MEDIDAS DE LACTATO DURANTE O EXERCÍCIO RESISTIDO COM RFS	61
4	RESULTADOS	66
4.1	ESTUDO 1	66
4.1.1	Introdução.....	67
4.1.2	Métodos.....	68
4.1.3	Resultados.....	72
4.1.4	Discussão	76
4.1.5	Conclusão.....	79
4.2	ESTUDO 2	79
4.2.1	Introdução.....	80
4.2.2	Métodos.....	82
4.2.3	Resultados.....	89
4.2.4	Discussão	93
4.2.5	Conclusão.....	96
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97

REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE	124
APÊNDICE A – Questionário Internacional de Atividade Física –Versão Curta	125
ANEXOS	127
ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	128
ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética.....	131
ANEXO C – Escala Omni.....	132
ANEXO D – Artigo Publicado	133
ANEXO E – Artigo Aceito Para Publicação	140

1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial (HA) é definida como a manutenção da pressão arterial sistólica maior ou igual a 140 mmHg e/ou a pressão arterial diastólica maior ou igual a 90 mmHg em repouso, sendo considerada um problema de saúde pública em países desenvolvidos e em desenvolvimento de acordo com a 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão (MALACHIAS et al., 2016). No Brasil, a HA atinge 32,5% (36 milhões) dos indivíduos adultos, mais de 60% dos idosos, contribuindo direta ou indiretamente para 50% das mortes por doença cardiovascular (SCALA; MAGALHÃES; MACHADO, 2015). Dados norte-americanos de 2015 revelaram que a HA estava presente em 69% dos pacientes com primeiro episódio de infarto agudo do miocárdio, 77% de acidente vascular encefálico e 75% com insuficiência cardíaca (MOZAFFARIAN et al., 2015). A HA é responsável por 45% das mortes cardíacas e 51% das mortes decorrentes de acidente vascular encefálico (LIM et al., 2013), justificando a importância do estudo com esta população específica. Na Europa, a prevalência da HA está em torno de 30 a 45% da população geral, com aumento abrupto da incidência e prevalência na população idosa (MANCIA et al., 2013).

Além do tratamento farmacológico da HA, outras medidas são fundamentais para auxiliar no controle e prevenção da doença. A prática regular de exercícios físicos é uma intervenção pouco onerosa, não farmacológica e possibilita reduções significativas na pressão arterial (PA) de repouso (CORNELISSEN; SMART, 2013). O treinamento aeróbio, segundo o posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte (PESCATELLO et al., 2004), é tido como a principal atividade física para a redução da PA de repouso, tanto em hipertensos quanto em normotensos. De forma complementar ao treinamento aeróbio, o exercício resistido é recomendado para pessoas hipertensas (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2010; MALACHIAS et al., 2016; WILLIAMS et al., 2007) devido a seus comprovados benefícios musculoesqueléticos, tais como aumento ou manutenção da força muscular (GALVAO; NEWTON; TAAFFE, 2005; KELLEY; KELLEY; TRAN, 2001). Além disso, o exercício resistido pode contribuir para a redução da PA, seja decorrente de um período de treinamento (CORNELISSEN; SMART, 2013) ou após uma única sessão de exercício (CASONATTO et al., 2016). Em ambos os casos, o exercício resistido não precisa ser realizado com cargas muito elevadas, o que de

certa forma possibilita uma grande aplicação prática mesmo em pacientes hipertensos (PESCATELLO et al., 2004).

O aumento da força muscular pelo treinamento resistido também está relacionado com a melhora da qualidade de vida em pessoas idosas, uma vez que nesta faixa etária ocorrem mudanças na composição corporal com significativa redução da função neuromuscular, promovendo diminuição da massa muscular, da força muscular e da capacidade funcional (LANG et al., 2010). A circulação periférica também pode sofrer alterações morfológicas e funcionais, tais como redução da relação capilar/fibra muscular, diminuição do diâmetro capilar e menor resposta da vasodilatação endotélio dependente (NÓBREGA et al., 1999).

Independentemente dos possíveis benefícios do treinamento resistido sobre a qualidade de vida, existem cuidados a serem observados na prescrição desse tipo de modalidade. Isso se justifica pelo fato das respostas fisiológicas que ocorrem durante o esforço, como o acúmulo de metabólitos que estimula o sistema nervoso simpático (POLITO; FARINATTI, 2003); vasoconstrição vascular devido ao alto componente isométrico durante o exercício resistido; aumento do débito cardíaco ocasionado pelo aumento da frequência cardíaca e do volume de ejeção (MILES et al., 1987). Essas respostas fisiológicas culminam com o aumento da PA durante o exercício. Em hipertensos, as respostas da PA durante o exercício resistido podem ser ainda mais elevadas que em normotensos, pois além dos níveis de PA de repouso estarem mais altos, estes indivíduos tipicamente apresentam uma elevação maior da PA durante situações de estresse (JERN et al., 1995). Isto pode estar associado ao fato de que hipertensos, além de apresentarem uma maior atividade simpática ao repouso, também apresentam uma maior responsividade hemodinâmica à ativação simpática, além de apresentarem uma resposta pressórica exacerbada ao exercício resistido e à isquemia, provavelmente pela maior ativação dos metaborreceptores (CHOI et al., 2013). O sistema renina-angiotensina também pode estar aumentado na HA e, portanto, pode contribuir para a elevação demasiada da PA durante o esforço (NERY et al., 2010). Em hipertensos, este aumento abrupto da PA pode representar um risco, considerando o fato de que hipertensos são mais propensos a terem aneurismas quando comparado a normotensos (ISAKESEN et al., 2002; MATSUDA et al., 2007), e o aumento abrupto da PA sistólica pode romper aneurismas pré-existentes (HATZARAS et al., 2007; VERMEER; RINKEL; ALGRA, 1997).

Uma das principais variáveis da prescrição do exercício resistido que contribuem para o aumento da PA durante o esforço é a carga mobilizada (HASLAM et al., 1988). Assim, a redução da carga diminui o aumento da PA durante o exercício (FOCHT; KOLTYN, 1999; WILBORN et al., 2004). Por outro lado, o aumento da força muscular pode ficar comprometido quando o treinamento resistido é realizado com cargas muito reduzidas. Por exemplo, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACMS, 2010) recomenda o treinamento resistido com aproximadamente 70% de uma repetição máxima (1RM) para alcançar hipertrofia muscular. Assim, novas estratégias de prescrição do treinamento resistido seriam bem-vindas para induzir o aumento da força e da massa magra, com cargas relativamente menores que os modelos tradicionais de prescrição. Nesse contexto, tem sido proposto nos últimos anos um modelo de treinamento resistido que utiliza cargas menores (aproximadamente 20% 1RM), denominado de treinamento resistido com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) (ABE; KEARNS; SATO, 2006; ISHII et al., 2005; SATO, 2005) que tem demonstrado efeitos semelhantes ao treinamento tradicional, como aumento da massa muscular, força e *endurance* (MADARAME et al., 2008; TAKARADA, SATO; ISHII, 2002; TAKARADA; TSURUTA; ISHII, 2004). Além disso, o treino resistido com RFS tem mostrado efeitos benéficos em uma ampla variedade de populações e para diferentes objetivos. Foi demonstrado hipertrofia e ganho de força em indivíduos não treinados (KUBO et al., 2006; MADARAME et al., 2008), em jogadores de rugby (COOK; KILDUFF; BEAVEN, 2014) e em idosos (ABE et al., 2012). O exercício resistido com RFS também pode ser utilizado como uma ferramenta para atenuar a atrofia muscular durante a imobilização (KUBOTA et al., 2008). Devido a dor muscular gerada pela isquemia do treino com RFS, pode ocorrer que este método seja melhor aceito por indivíduos altamente motivados (WERNBOM et al., 2009), apesar de não impor maior risco cardiovascular, lesão muscular, estresse oxidativo ou diminuir a velocidade de condução nervosa comparado ao treino resistido tradicional (LOENNEKE et al., 2011).

A RFS caracteriza-se por uma restrição do aporte sanguíneo no músculo em atividade por meio de um manguito de pressão inflado ou uma cinta específica restritiva, promovendo uma redução ou até bloqueio do fluxo de sangue venoso e redução da turbulência do fluxo sanguíneo arterial (COOK et al., 2010; MANINI; CLARK, 2009). Além disso, esta técnica reduz a oxigenação intramuscular, aumenta

a concentração de metabólitos, levando a níveis altos de acidose metabólica e um início precoce de fadiga periférica, provocando diminuição significativa de repetições durante as séries de exercícios resistidos (WERNBOM; AUGUSTSSON; THOME, 2006). Esse modelo de treino pode provocar hipertrofia muscular similar a treinos resistidos de alta intensidade (CLARK et al., 2011; LOENNEKE; PUJOL, 2009). Um dos mecanismos fisiológicos deste treinamento está associado ao fator hormonal. Sabe-se que em treinos resistidos de alta intensidade, há o aumento imediato do hormônio do crescimento (GH) que estimula a secreção de fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF) levando ao aumento da síntese proteica e, conseqüentemente, à hipertrofia muscular (KRAEMER; RATAMESS, 2005).

O treino resistido de baixa intensidade associado à RFS também apresenta capacidade de aumentar a resposta endócrina tal qual o treinamento convencional (ABE et al., 2005b; ELLEFSEN et al., 2015; KIM et al., 2014; MANINI, 2012). Diversos mecanismos têm sido propostos para justificar as adaptações musculares observadas após o treino de baixa intensidade com RFS, incluindo a hipóxia como um estressor celular (estresse oxidativo/metabólico) (POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013; WERNBOM; AUGUSTSSON; RAASTAD, 2008), a hiperemia e o edema celular (LOENNEKE et al., 2012a; POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013) invés de estressores mecânicos.

O treino resistido de baixa intensidade associado à RFS poderia envolver vias alternativas de sinalização (GUNDERMANN et al., 2014), auxiliando a habilidade do treino com RFS em ativar células satélites miogênicas (NIELSEN et al., 2012), aumentar a concentração de lactato (TAKARADA et al., 2000) que estimula a liberação de GH, resultando em mudanças pronunciadas nas concentrações séricas do GH (MANINI et al., 2012; TAKARADA et al., 2000a), com conseqüente recrutamento precoce das fibras de alta velocidade (NIELSEN et al., 2012).

Para além dos efeitos crônicos do treinamento resistido com RFS, ainda são necessários novos experimentos em relação às respostas fisiológicas que se manifestam durante esse tipo de esforço. No que tange ao comportamento cardiovascular, pelo fato do treinamento resistido com RFS ser realizado com baixas cargas, poder-se-ia esperar uma atenuação dos valores de PA durante o esforço. Por exemplo, Poton e Polito (2016) submeteram jovens saudáveis ao exercício extensora/bilateral com RFS (20% 1RM, 15 repetições, 3 séries) e sem RFS (80%

1RM, 8 repetições, 3 séries). Os resultados mostraram valores mais elevados para o protocolo de alta intensidade sem RFS comparado com o protocolo de baixa intensidade com RFS no decorrer das séries. Porém, a percepção subjetiva de esforço e o lactato sanguíneo foram significativamente maiores no protocolo com RFS. O exercício com RFS pode aumentar o lactato sanguíneo devido à redução do aporte de sangue ao músculo (TAKANO et al., 2005). O aumento do lactato pode aumentar a PA via metaborreceptores (TAKARADA et al., 2000a). A percepção de esforço também tende a se elevar no exercício com RFS, devido a dor ocasionada pela compressão que o equipamento exerce sobre o músculo para restringir o sangue e também devido à acidose metabólica localizada (FREY et al., 2008). O aumento da percepção de esforço, que mede a carga interna do exercício, também pode levar ao aumento da PA via estímulo no sistema nervoso central (WILLIAMSON; FADEL; MITCHELL, 2006).

Em se tratando de controle da HA, somente em 1993 foi publicado um posicionamento oficial que citou o treinamento resistido (ACSM, 1993). Contudo, o treinamento resistido deveria ser realizado com baixa carga seguindo o modelo de circuito, ou seja, de forma semelhante à exigência aeróbia. Somente a partir de 2004 os modelos tradicionais de treinamento resistido passaram a ser recomendados como parte integrante de programas de treinamento com a finalidade de reduzir a PA de repouso (PESCATELLO, 2004).

Porém, independentemente dos efeitos fisiológicos e metabólicos do treinamento resistido, esse tipo de treino estimula diretamente adaptações musculoesqueléticas e, por isso, deve proporcionar aumento da força, da resistência e da potência musculares, com consequente hipertrofia muscular (GALVAO; NEWTON; TAAFFE, 2005). Para tal, faz-se necessário que algumas variáveis sejam consideradas, como tipo de exercício, carga utilizada, número de repetições, ritmo de execução, número de séries, período de recuperação, tipo de contração muscular predominante e volume total de trabalho realizado (GENTIL, 2010).

Durante o exercício, existem aumentos inevitáveis das respostas cardiovasculares. Por exemplo, estudos prévios envolvendo sujeitos saudáveis sugerem que o exercício resistido causa um aumento pronunciado na pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) (FLECK; DEAN, 1987; MACDOUGALL et al., 1992; SALE et al., 1994), com valores que podem chegar a 360 e 234 mmHg, respectivamente (SALE et al., 1994). Em hipertensos, as

respostas podem ser ainda maiores, devido ao fato de os níveis de PA de repouso já encontrarem-se mais elevados, além de serem mais responsivos que normotensos, ou seja, apresentarem uma maior elevação da PA em situações estressantes (JERN et al., 1995; KAUSHIK et al., 2004). Neste contexto, o estudo de Nery et al. (2010) mostrou que, por meio da medida intra-arterial da PA durante o exercício resistido realizado com diferentes intensidades em pacientes hipertensos, a PAS foi maior em hipertensos que em normotensos.

Por outro lado, atualmente é recomendado o exercício resistido com RFS para algumas populações com limitações físicas, incluindo idosos hipertensos (TAKANO et al., 2005; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000). Esse modelo de exercício é realizado com baixa carga e, por isso, é indicado como alternativa ao treinamento tradicional, já que reduz o efeito negativo da carga pesada sobre as articulações (LAURENTINO et al., 2012; LOENNEKE et al., 2012a; SCOTT et al., 2015). Porém, embora esse modelo de treinamento seja relativamente seguro em termos de respostas cardiovasculares e hemodinâmicas em adultos jovens e saudáveis (FAHS et al., 2011; NETO et al., 2015; TAKANO et al., 2005) e quando as respostas cardiovasculares agudas são comparadas entre jovens e idosos saudáveis (VIEIRA et al., 2013), não foram identificadas evidências sobre a segurança cardiovascular do treino resistido de baixa intensidade com RFS em população hipertensa.

Nesse contexto, considerando algumas recomendações do treinamento resistido de baixa intensidade com RFS em hipertensos, é importante conhecer as respostas hemodinâmicas desse modelo de treinamento nessa população, a fim de se estabelecer uma aplicação prática segura (menor risco de aumento da PA durante o esforço).

Adicionalmente ao estudo das respostas cardiovasculares, entendemos que outras variáveis merecem ser analisadas durante o treinamento resistido de baixa intensidade com RFS em hipertensos. Por exemplo, a percepção subjetiva do esforço durante exercícios com RFS pode ser elevada quando comparada ao exercício tradicional (PINTO; POLITO, 2016; POTION; POLITO, 2015, 2016). Esse fato pode influenciar a motivação e a adesão ao treinamento (VAN ROIE et al., 2015). Além disso, a elevada percepção de esforço causada pelo *cuff* inflado e pelo compartimento muscular ácido aumentam a PA devido ao estímulo no sistema nervoso central (CHALAYE et al., 2013).

O lactato plasmático também pode inferir sobre a PA, por meio da resposta metaborreflexa (KIM et al., 2014) e, devido à natureza da RFS, é passível que o lactato fique significativamente aumentado durante esse modelo de exercício.

Apesar de haver na literatura afirmações de que o exercício resistido com RFS não impõe maior risco cardiovascular quando comparado ao exercício resistido de alta intensidade tradicional, o presente estudo propõe um problema a ser respondido. Será que na população hipertensa medicada a técnica de RFS realmente não sobrecarrega o sistema cardiovascular?

A hipótese do presente trabalho, é que o exercício resistido mesmo com intensidade baixa de 20% 1RM, quando realizado com a RFS em população hipertensa, irá sobrecarregar o sistema cardiovascular, principalmente pelas alterações estruturais e autonômicas da amostra hipertensa, que poderá ser medida de forma objetiva pelas variáveis hemodinâmicas e pelo lactato, e de forma subjetiva pela escala de percepção subjetiva de esforço.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento cardiovascular durante exercícios resistidos realizados com RFS por mulheres idosas e hipertensas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar de forma contínua a PA sistólica, PA diastólica, débito cardíaco, volume sistólico, resistência periférica total e frequência cardíaca nas sessões controle e experimentais.

Analisar as variáveis lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço (PSE), e relacionar estas variáveis com o comportamento cardiovascular.

Apresentar o artigo já publicado, intitulado *Respostas hemodinâmicas ao exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo em hipertensas*, que teve como proposta metodológica testar o delineamento a ser utilizado no presente estudo.

Apresentar o segundo artigo, já aceito para publicação, intitulado *Exercício resistido agudo com restrição do fluxo sanguíneo em mulheres idosas e hipertensas: hemodinâmica, percepção subjetiva de esforço e lactacidemia*, o qual foi conduzido com ajustes metodológicos identificados a partir do primeiro estudo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Estudos prévios envolvendo sujeitos saudáveis sugerem que o exercício resistido causa um aumento pronunciado na PAS e PAD (FLECK; DEAN, 1987; MACDOUGALL et al., 1992; SALE et al., 1994), com valores que podem chegar a 360 e 234 mmHg, respectivamente (SALE et al., 1994). Em hipertensos, as respostas podem ser ainda maiores, devido ao fato de os níveis de PA de repouso já encontrarem-se mais elevados, além de serem mais responsivos que normotensos, ou seja, apresentarem uma maior elevação da PA em situações estressantes (JERN et al., 1995; KAUSHIK et al., 2004). Nesse contexto, o estudo de Nery et al. (2010) mostrou que, por meio da medida intra-arterial da PA durante o exercício resistido realizado com diferentes intensidades em pacientes hipertensos, a PAS foi maior em hipertensos que em normotensos.

Por outro lado, atualmente é recomendado o exercício resistido com RFS para algumas populações com limitações físicas, incluindo a população hipertensa (TAKANO et al., 2005; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000).

Nesta revisão de literatura, serão abordadas as variáveis que se relacionam com o comportamento cardiovascular durante o exercício resistido, com ênfase nesta modalidade associada à RFS. O intuito da tese não foi realizar treinamento para observar ganho de força e massa muscular utilizando a técnica com RFS, mas sim verificar as respostas cardiovasculares, de lactato e da PSE agudas, portanto, achou-se necessário realizar uma ampla revisão de literatura sobre como é realizada a técnica de restrição do fluxo sanguíneo, bem como a comprovação por meio da revisão de literatura, do exercício resistido associado à RFS, no ganho de força e massa muscular, objetivos principais desta técnica.

3.1 EXERCÍCIO RESISTIDO COM RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO

Controversa à prescrição tradicional de treinamento para ganho de força e hipertrofia, uma técnica empírica de treinamento foi desenvolvida por Yoshiaki Sato, no Japão, no final da década de 60 (SATO, 2005). Em 1994, Sato patenteou esse método de treinamento no Japão como KAATSU. Esta modalidade de exercício dá-se pela utilização de *cuffs* de pressão posicionados na porção proximal dos membros (superiores ou inferiores), com o intuito de ocluir o fluxo sanguíneo venoso

e reduzir o fluxo arterial enquanto se realizam exercícios resistidos de baixa intensidade (SATO, 2005).

O treino resistido com RFS introduz mais variáveis quando comparado ao treino resistido tradicional. Diferenças individuais, como o tamanho do membro e diferenças metodológicas como o valor de pressão de restrição gerado pelo *cuff*, são variáveis que devem ser consideradas neste tipo de modalidade. A manipulação destas variáveis irá afetar o quanto o fluxo sanguíneo é restringido neste tipo de exercício (FAHS et al., 2012a).

3.1.1 Pressão do *Cuff* de Restrição do Fluxo Sanguíneo

Sugere-se que quando se realiza o exercício com RFS, níveis mais elevados de RFS irão aumentar a resposta cardiovascular, mas não necessariamente a adaptação muscular (COUNTS et al., 2016; LIXANDRÃO et al., 2015). Embora, a magnitude da pressão de RFS possa não ser uma preocupação para participantes saudáveis, isto pode ser preocupante para idosos e ou indivíduos com o sistema cardiovascular comprometido, como por exemplo, hipertensos (MATTOCKS et al., 2017).

Considerando os aspectos metodológicos do treino resistido com RFS, intensidade da carga (20 a 50% de 1RM), pressões de RFS (100 a 300 mmHg), tamanho dos *cuffs* de pressão (2 a 20,5 cm), tipos de *cuffs* de pressão (*cuffs* pneumáticos, *cuffs* regulares de pressão arterial, cintos elásticos contendo bolsas pneumáticas, envoltórios elásticos de joelho) têm sido utilizados nos exercícios com RFS (FAHS et al., 2012a).

Sobre o material do *cuff* de compressão, em recente estudo, Buckner et al. (2017), avaliaram as respostas musculares agudas do exercício com RFS até a fadiga com dois diferentes materiais de *cuff* no repouso e no exercício em membros superiores. Também foi avaliada a percepção subjetiva de esforço. O torque e o edema muscular foram medidos nos momentos, pré, pós, 5, 20, 40 e 60 minutos pós-exercício. Os autores concluíram que o exercício com *cuffs* de diferentes materiais, mas de mesma largura resultam nas mesmas respostas musculares agudas, porém o *cuff* elástico foi mais desconfortável para as séries 2, 3 e 4 quando comparado ao *cuff* de nylon, enquanto que a PSE foi similar para os dois tipos.

Em estudo de revisão de literatura, Park et al. (2015) afirmaram não existir uma padronização na prescrição de exercícios com RFS, incluindo pressão, duração e intensidade do exercício. Em geral, estudos utilizando a RFS inflam o *cuff* de pressão a valores maiores que a PA diastólica (100 a 200 mmHg) para restringir o fluxo sanguíneo venoso (ABE; KEARNS; SATO, 2006; FIGUEROA; VICIL, 2011; MCGOWAN et al., 2007), sendo que o *cuff* de pressão é inflado a valores mais altos que a PA sistólica (≥ 300 mmHg) para restringir o fluxo sanguíneo arterial (BURGORMASTER et al., 2003; HEFFERNAN et al., 2007; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002) com 20 a 45% da contração voluntária máxima.

Estes dados são controversos, pois Lida et al. (2007) sugeriram que a RFS causada pela baixa pressão de oclusão (100 mmHg) resulta em diminuição similar no fluxo sanguíneo de repouso da artéria femoral, e hipóxia similar em músculos de membros inferiores quando comparado à pressão de 250 mmHg. Takarada et al. (2000b) também sugeriram que exercícios resistidos de baixa intensidade com pressão de RFS venosa de 100 mmHg, gera compressão suficiente para provocar o acúmulo de lactato e a hipóxia nos músculos exercitados. Por outro lado, Karabulut et al. (2014), afirmaram que nos casos de maior pressão de restrição inicial (≥ 300 mmHg) há a diminuição significativa da oxigenação do tecido muscular, levando ao aumento da desoxihemoglobina, que estimula a hipertrofia muscular. Ademais, Figueroa e Vicil (2011), sugeriram que o exercício resistido de baixa intensidade com RFS de 100 mmHg não foi suficiente para induzir estimulação extra comparado com o exercício resistido de baixa intensidade sem RFS.

Suga et al. (2010), afirmaram que pressões restritivas maiores (200 mmHg) não são mais eficazes em aumentar os metabólitos intramuscular quando comparados a pressões moderadas, aproximadamente 150 mmHg ou 130% da PA sistólica quando usando um *cuff* mais largo (18,5cm).

Em recente estudo sobre largura do *cuff* de compressão sobre a força e hipertrofia muscular, Laurentino et al. (2016), estudaram 11 homens ativos divididos em duas condições: exercício resistido de baixa intensidade (20% 1RM) com o *cuff* estreito (5 cm) e exercício resistido de baixa intensidade (20% 1RM) com o *cuff* mais largo (10 cm). O treinamento teve duração de 12 semanas de flexão unilateral de cotovelo. Os autores observaram que independentemente da largura do *cuff*, ambos os protocolos produziram aumento similar de 1RM e na área de secção transversa dos músculos flexores de cotovelo. Não houve diferença significativa da PSE e da

sensação de dor entre os dois protocolos. Estas respostas podem estar relacionadas ao volume de treino que foi similar e/ou às reduções similares no fluxo sanguíneo arterial produzido, já que os *cuffs* foram inflados de forma individualizada, na mesma pressão relativa a 80% da pressão de oclusão arterial. De acordo com os autores, este foi o primeiro estudo a determinar a influência de duas diferentes larguras do *cuff* sobre a força e hipertrofia muscular após 12 semanas de treino resistido.

Associando a largura e o nível de pressão do *cuff* inflado, sabe-se que durante o repouso na posição supina, o fluxo da artéria femoral superficial é parcialmente restringido com pressões acima de 250 mmHg (*cuffs* de 5 cm de largura) (IIDA et al., 2007). Durante o exercício resistido com RFS de extensão de joelhos na posição sentada, o fluxo da mesma artéria femoral superficial é reduzido em aproximadamente 50% usando uma pressão de 160-180 mmHg, com *cuffs* de 5 cm de largura (TAKANO et al., 2005). Portanto, para causar restrição parcial e não completa do fluxo arterial do músculo de membros inferiores, muitos estudos tem utilizado pressões que variam entre 160 a 240 mmHg (ABE et al., 2005c; MADARAME et al., 2008; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002). Outros estudos têm usado a pressão do *cuff* baseada na PAS de repouso, tipicamente 130% da PAS, podendo variar de 130 a 180 mmHg (CLARK et al., 2011; COOK et al., 2010). Porém, a pressão na qual a oclusão arterial em membros inferiores ocorre, parece ser mais influenciada pela circunferência do membro, e não necessariamente pela PAS braquial (LOENNEKE et al., 2012b). Portanto, a pressão do *cuff* baseada no tamanho do membro parece ser mais aconselhável. Estudos que notaram a forte influência do tamanho do membro sobre a oclusão arterial, têm usado a restrição individualizada, com 80% da pressão que causa a completa oclusão arterial em repouso (LAURENTINO et al., 2008; LAURENTINO et al., 2012).

Loenneke et al. (2016a) utilizaram a pressão do *cuff* para realizar a RFS baseada na circunferência do membro, utilizando valores de 40, 50 e 60% da pressão que causa a completa oclusão arterial. Os autores observaram que não houve aumento do acúmulo de lactato ao aumentar a pressão do *cuff*, porém quando houve aumento da intensidade do exercício de 20 para 30% de 1RM, houve aumento do acúmulo de lactato.

Apesar de várias publicações, ainda não há consenso sobre as questões relacionadas ao *cuff*, que é exatamente o causador da RFS (PARK et al., 2015). Em

vista disso, parece-nos importante investir no estudo envolvendo o exercício resistido e a RFS.

3.1.2 Hipertrofia e Força Muscular

O efeito hipertrófico resultante do treino resistido com RFS pode ocorrer em intensidades mais baixas do que normalmente é recomendado (<50% 1RM) (PEARSON; HUSSAIN, 2015). Embora o uso da RFS seja eficaz, os mecanismos responsáveis pela adaptação hipertrófica ainda não são claramente entendidos. Tem sido sugerido que os mecanismos envolvidos na hipertrofia muscular induzida pelo exercício são provenientes de dois fatores primários: o estresse metabólico e/ou a tensão mecânica. Esses fatores ativariam mecanismos secundários, quais sejam: aumento do recrutamento de fibras rápidas (COOK; MURPHY; LABARBERA, 2013; MANINI; CLARK, 2009; SUGA et al., 2009), mecanotransdução (GOLDSPINK, 1998; SCHOENFELD, 2013; ZOE et al., 2011), lesão muscular (TATSUMI et al., 2006), produção hormonal localizada (ADAMS, 2002), edema celular (TATSUMI et al., 2006) e produção de espécies reativas de oxigênio e suas variantes (TATSUMI et al., 2006; UCHIYAMA et al., 2006). Todos estes mecanismos aumentam a síntese proteica por meio da ativação de vias de sinalização (BAAR; ESSER, 1999; BODINE et al., 2001) e/ou ativação e proliferação de células satélites (ADAMS, 2002).

Sobre vias de sinalização, sabe-se que a tensão mecânica leva a adaptações morfológicas por meio do processo de mecanotransdução, pelo qual mecanossensores (como as integrinas), convertem a energia mecânica em sinal químico, mediando vias anabólicas e catabólicas intracelulares e favorecendo a síntese proteica sobre a sua degradação (ZOU et al., 2011). Além disso, durante a lesão ou reparo da bicamada lipídica, há a liberação do hormônio IGF-1, que regula a síntese proteica via ativação da fosfatidilinositol 3 quinase (PI3K) (KIMBALL; FARRELL; JEFFERSON, 2002). Outros mecanismos associados incluem mudança na permeabilidade da membrana, levando a ativação da proteína G com subsequente hipertrofia muscular (VANDERBURGH; KAUFMAN, 1979). O alongamento mecânico também pode aumentar a produção do óxido nítrico nas fibras musculares, causando liberação do cálcio intracelular, ativando a via de sinalização mTOR (*mamalian target of rapamycin*), promovendo o anabolismo muscular. Coletivamente, existe um grande corpo de pesquisa enfatizando a

mecanotransdução como um importante mecanismo de hipertrofia muscular. Entretanto, não existem evidências ainda a respeito da sua contribuição no exercício resistido associado à RFS, devido ao estresse mecânico relativamente baixo.

É plausível que a tensão mecânica e o estresse metabólico ativem mecanismos similares para promover efeito somatório e sinérgico. Além disso, é possível que a magnitude da contribuição dos fatores primários e de seus mecanismos associados na produção da hipertrofia dependa da intensidade do treino/modalidade empregada (PEARSON; HUSSAIN, 2015). Por exemplo, o exercício resistido de alta intensidade pode induzir um maior nível de tensão mecânica e um menor nível de estresse metabólico quando comparado ao exercício moderado ou de baixa intensidade associado à RFS (KRAEMER et al., 1990; KRAEMER et al., 1991; KRAEMER et al., 1993). Por outro lado, o exercício com RFS pode levar a um maior nível de estresse metabólico que exercícios moderados e de alta intensidade (ABE; KEARNES; SATO, 2006; KON et al., 2012; TAKARADA et al., 2000a). Baseado neste fato, o estresse metabólico parece ser o mecanismo predominante para a hipertrofia decorrente do treinamento de exercícios com RFS (PEARSON; HUSSAIN, 2015).

Nesse contexto, o estresse metabólico durante o exercício tem sido reportado como tão importante quanto a tensão muscular na indução do crescimento muscular (LOENNEKE; PUJOL, 2009; SCHOENFELD, 2013; SUGA et al., 2009; TAKADA et al., 2012). O estresse metabólico é maximizado em condições de isquemia/hipóxia, como ocorre durante o exercício resistido com RFS (TAKARADA et al., 2000a; KON et al., 2012). Com o intuito de ilustrar o tema, Goto et al. (2005) compararam efeitos agudos e crônicos de dois protocolos de exercícios resistidos com volume e intensidades iguais (3-5 séries de 10 repetições a 75% 1RM). Um dos protocolos incluía 30 segundos de pausa no meio de cada série para reduzir o acúmulo metabólico. Os resultados mostraram níveis de lactato significativamente maiores no protocolo sem a pausa, e após 12 semanas de treino este protocolo mostrou aumento significativo da área de secção transversa do músculo, sugerindo associação entre estresse metabólico e hipertrofia muscular. Tem sido teorizado que o estresse metabólico induzido pelo exercício serve de mediador da hipertrofia muscular via diversos mecanismos, incluindo elevação da produção hormonal sistêmica, incluindo o GH (MANINI et al., 2012; REEVES et al., 2006; TAKANO et al., 2005; TAKARADA et al., 2005a) e o IGF-1 (TAKANO et al., 2005), aumento do

recrutamento de fibras rápidas (TAKARADA et al., 2000b; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002), edema celular (LOENNEKE et al., 2012b), lesão muscular (FEBBRAIO; PEDERSEN, 2005; SCHOENFELD, 2013) e produção aumentada de espécies reativas de oxigênio (POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013; SCHOENFELD, 2010).

Entretanto, a extensão na qual estes mecanismos são ativados pelo estresse metabólico é incerta. Na verdade, sugere-se que alguns dos mecanismos citados anteriormente são mediados mais pela tensão mecânica, sendo, portanto, questionável a extensão de sua contribuição no treino resistido com RFS (PEARSON; HUSSAIN, 2015).

Em estudo de metanálise, Slysz, Stultz e Burr (2016) reportaram estudos que investigaram o efeito do exercício combinado com RFS sobre a hipertrofia muscular e a força muscular. Os exercícios foram analisados separadamente em aeróbios e resistidos. A tabela 1 apresenta as características gerais dos estudos com treinamento resistido incluídos no trabalho de Slysz, Stultz e Burr (2016). Além disso, foram incluídos artigos com o tema de interesse, por meio de busca manual (CLARK et al., 2011; COOK et al., 2010; CREDEUR, HOLLIS; EVANS; VANCE; BROWN, 2010; FAHS et al., 2012a; FAHS et al., 2015; GUALANO et al., 2010; KACIN; STRAZAR, 2011; KARABULUT et al., 2010; KARABULUT et al., 2011; KUBO et al., 2006; LAURENTINO et al., 2012; NAKAJIMA et al., 2010; OHTA et al., 2003; SHINOHARA et al., 1998; SUMIDE et al., 2009; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002; TAKARADA; TSURUTA; ISHII, 2004; WELSH, 2010; YOKOKAWA et al., 2008). Para este fim, foi realizada a extração dos dados utilizando uma planilha (*Microsoft® Excel® 2010*) padronizada. Foram extraídas as seguintes características dos estudos incluídos: a) identificação do artigo: autor, ano; b) características da amostra tais como: número de participantes, sexo, altura e peso, ou IMC; c) exercício/os resistido/s de escolha; d) intensidade; protocolo (séries, repetições, duração do intervalo); e) duração e frequência do treino; f) pressão de compressão do cuff; g) largura do cuff; h) uso contínuo ou intermitente da pressão de compressão; i) principais achados em relação à força e hipertrofia muscular.

Tabela 1 - Estudos envolvendo treinamento resistido com RFS x hipertrofia e força muscular

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Abe et al., 2005c	16 H ativos. Grupo BI+ RFS, n=9; 23,9 anos, 1,71 mt; 67,4 kg. Grupo BI n=7, 23,1 anos; 1,73 mt; 62, 8 kg.	Agachamento e flexão de joelhos	20% 1RM	3 séries de 15 reps, 30 seg de repouso	2 sem, 12x/sem	160- 240 mmHg	5 cm	Contínuo (10 min)	Aumento da massa muscular
Abe et al., 2005b	15 H atletas universitários corredores e saltadores. Grupo BI+ RFS, n=9; 1,73 mt; 66,1 kg. Grupo controle, n=6. Altura= (-);Peso: 67,6 kg. Idade= (-)	Agachamento e flexão de joelhos	20% 1RM	3 séries de 15 reps, 30 seg de repouso	8 dias, 14x/sem	160- 240 mmHg	5 cm	Contínuo (Tempo:-)	Aumento da massa muscular e da força sem perda da <i>performance</i>
Abe et al., 2005a	Homem ativo de 47 anos; 1,78 mt; 80,5 kg	Flexão joelhos	20% 1RM	3 séries de 15 reps, 30 seg de repouso	1 sem, 14x/sem	160-220 mmHg	5 cm	Contínuo (Tempo:-)	Aumento da massa muscular e da força sem elevação dos indicadores de lesão e inflamação muscular
Barcelos et al., 2015	48 H saudáveis e sedentários. Grupo 1, n=10, 1 série 20% 1RM; 22 anos; IMC: 22,38. Grupo 2, n=10; 3 séries 20% 1RM; 21 anos; IMC: 25. Grupo 3: 1 série 50% 1RM, n=10, 22 anos; IMC: 25,1; Grupo 4: 3 séries 50% 1RM, n=10, 21 anos; IMC: 23,3. Grupo 5: controle.	Extensão unilateral de joelho	20 ou 50% 1RM	1 ou 3 séries; até a exaustão; 60 segundos de repouso	8 sem, 4x/sem	120-200 mmHg	10 cm	Contínuo (tempo: 5 min)	Aumento da massa e força muscular independentemente da RFS, da intensidade e do volume.
Burgomaster et al., 2003	8 H ativos; 19,5 anos; 1,80mt; 84 kg. Um braço com RFS e outro sem.	Flexão unilateral de cotovelo	50% 1RM	3-6 séries (última série até a fadiga), 60 seg de repouso	8 sem, 2x/sem	100 mmHg	12 cm	Intermitente (2 blocos separados de treino)	Aumento da força avaliada de forma isotônica e isocinética, porém não houve efeito adicional da RFS.

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Clark et al., 2011	16 indivíduos saudáveis. Ativos: (-). Treino BI+RFS: n=9, 8 H; 23,7 anos; Alt: (-); Peso: 76,7kg. Treino AI: n=7, 6 H; 24,3 anos; Alt: (-); Peso: 75,4 kg.	Extensão de joelhos	30% 1RM	3 séries ate a fadiga, 90 seg de repouso	4 sem, 3x/sem	1,3 da PAS	6 cm	Contínuo (Tempo:-)	Aumento da força isométrica nos dois treinos, sem alteração da função vascular, de coagulação sanguínea ou da condução nervosa periférica.
Cook et al., 2010	16 indivíduos. Ativos: (-). Grupo suspensão unilateral de MI. n=8, 4 H; 18,8 anos; 1,68mt; 63,9. Grupo suspensão unilateral de MI + exercício. n=8, 5 H; 26,1 anos; 1,75 mt; 78 kg.	Extensão de joelhos	20% CVM	3 séries ate a fadiga, 90 seg de rep	4 sem, 3x/sem	1,3 da PAS	6 cm	Contínuo (8,5 min)	Manutenção da massa muscular e força e melhora da <i>endurance</i> .
Credeur, Hollis e Welsh, 2010	12 indivíduos saudáveis. Ativos: (-), 5 H; 22 anos; 1,75 mt; 79,38. H: 1,85 mt; 94,09 kg. M: 1,68 mt; 68,7 kg.	Treino com dinamômetro de mão	60% CVM	15 contrações/min por 20 min	4 sem, 3x/sem	80 mmHg	-	Contínuo (20 min)	Aumento da força muscular
Evans, Vance, Brown, 2010	9 H ativos; 19,8 anos; 1,78mt; 76,9 kg.	Panturrilha	Peso corporal	4 séries de 50 reps, 60 seg de repouso	4 sem, 3x/sem	150 mmHg	15 cm	Intermitente	Aumento da força muscular
Fahs et al., 2015	18 indivíduos saudáveis. Ativos (-); Grupo masculino, n=12, 54 anos; 1,81 mt; 86,1 kg. Grupo feminino, n=6; 58 anos; 1,65 mt; 76,1 kg.	Extensão unilateral de joelhos até a fadiga	30% 1RM	Primeiras 2 semanas: 2 séries; 3° e 4° semanas: 3 séries; 5° e 6° semanas: 4 séries.	6 sem; 3x/sem	150-240 mmHg	5 cm	Contínuo (3 a 7,5 minutos)	Aumento da força muscular nos treinos com e sem RFS, apesar do volume ter sido maior no treino sem RFS, e aumento da massa muscular somente no treino com RFS
Farup et al., 2015	10 indivíduos sedentários, 8 H, 25,5 anos; 1,81 mt; 80 kg.	Flexão unilateral de cotovelo	40% 1RM	4 séries até a fadiga, 30 seg de repouso	6 sem; 3x/sem	100 mmHg	8 cm	Contínuo (tempo:-)	Ambos os treinos até a fadiga aumentaram a massa muscular. Treino sem RFS apresentou maior volume

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Fitschen et al., 2014	30 indivíduos saudáveis e sedentários. Grupo RFS intermitente, n=10, 2 H; 29 anos; 1,68 mt; 75,1 kg. Grupo RFS contínuo, n=10, 2 H; 33 anos; 1,66 mt; 74,3 kg. Grupo controle, n=10, 1 H; 33 anos; 1,69 mt; 78,4 kg.	Leg press, extensora e flexora de joelhos e panturrilha em pé	30% 1RM,	1 série (30 reps), 2 séries (30 e 15 reps) e 4 séries (30, 15, 15 e 15 reps) durante as 3 primeiras sessões, respectivamente. Nas semanas 2 e 3, 4 séries (30, 15, 15 e 15). Nas semanas 4 e 5, 4 séries (30,20, 20 e 20 reps). 60 seg de repouso	5 sem; 3x/sem	160 mmHg	5 cm	Contínuo (tempo:-) e intermitente	Aumento da força e massa muscular no grupo com RFS contínuo e intermitente
Fujita et al., 2008.	16 H ativos; Grupo BI + RFS, n=8; 22,3 anos; 1,72mt; 64,5 kg. Grupo de BI, n=8; 21,1 anos; 1,70mt; 62,6 kg.	Extensão joelhos	20% 1RM	30-15-15-15 reps; 30 seg de repouso	6 dias, 12x/sem	160-220 mmHg	5 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da massa e força muscular
Gualano et al., 2010	Homem de 65 anos com diagnóstico de miosite; 1,80 mt; 85 kg.	Leg press, extensão joelhos, agachamento	15 RM	3 séries de 15 reps; 30 seg de repouso	12 sem; 2x/sem	50% pressão de oclusão total (65mmHg)	8 cm	Contínuo (tempo:-)	Efetivo em prevenir a atrofia em um indivíduo com miosite corporal
Ishii et al., 2005	22 M saudáveis e sedentários. Grupo exercício com RFS, n=11, 33 anos; 1,59 mt; 54,5 kg. Grupo exercício, n=11, 32,4 anos; 1,59 mt; 53,2 kg.	Circuito: elevação de joelhos, flexão de braços, abdominais inferiores, flexão de joelho, agachamento, avanço	Massa corporal	1-2 séries; 10-50 reps por série; 10 seg de repouso	8 sem; 3x/sem	50-80 mmHg (MMSS); 80-120 mmHg (MMII)	-	Contínuo (5 min)	Aumento da massa muscular
Kacin; Strazar, 2011	10 H ativos, 22,5 anos; 1,80 mt; 76,7 kg.	Extensão unilateral de joelho	15% CVM	4 séries ate a fadiga	4 sem; 4x/sem	230 mmHg	13 cm	Intermitente	Aumento da <i>endurance</i> muscular. Observado menor grau de hipertrofia próximo a aplicação do cuff
Karabulut et al., 2010	37 H saudáveis e ativos. Grupo AI, n=13, 57,5 anos; 1,77 mt; 85,1 kg. Grupo BI, n=13, 55,9 anos; 1,79 mt; 86,5 kg. Grupo controle, n=11, 57 anos; 1,74 mt; 82,4 kg.	Leg press, extensão de joelho	20% 1RM	30,15,15 reps; 60 seg de intervalo	8 sem; 3x/sem	160-240 mmHg	5 cm	Intermitente (desinsuflado entre exercícios de 5-10 min)	Aumento da força muscular

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Karabulut et al., 2011	37 H saudáveis e ativos. Grupo BI+RFS n=13; 55,9 anos; 1,79 mt; 86,5 kg. Grupo AI, n=13, 57,5 anos; 1,77 mt; 85,1 kg. Grupo controle n=11; 57,0 anos; 1,74 mt; 82,4 kg.	Leg press, extensão de joelho	20% 1RM	30,15,15 reps; 30 seg de intervalo	6 sem; 3x/sem	160-240 mmHg	5 cm	Intermitente (desinflado entre exercícios de 5-10 min)	Aumento da força muscular com o treino BI+RFS, quase tão eficaz quanto ao treino de AI. Aumento da atividade osteoblástica em ambos os treinos
Kubo et al., 2006	9 H saudáveis; Ativos: ?; 25 anos; 1,72 mt; 73 kg.	Extensão unilateral joelho	20% 1RM	25, 18, 15, 12 reps; 30 seg de intervalo	12 sem; 3x/sem	-	-	Contínuo (tempo:-)	Aumento na força, mas não na tensão específica
Laurentino et al., 2008	16 H ativos. Grupo de AI, 23,5 anos; 1,76 mt; 71,4 kg. Grupo de MI, 22,4 anos; 1,80 mt; 80,15 kg.	Extensão unilateral joelho	MI: 12 RM (60% 1RM); AI: 6 RM (80% 1RM)	12 ou 6 reps por série; 120 seg de intervalo	8 sem; 2x/sem	Aproximadamente 126-131 mmHg	14 cm	Intermitente	A RFS associada ao treino de AI não adiciona força ou hipertrofia ao treino de AI sozinho.
Laurentino et al., 2012	29 H ativos. 3 Grupos. Grupo BI, n=10; 20,3 anos; 1,75 mt; 75,3kg; Grupo BI+RFS, n=10; 20 anos; 1,75 mt; 72,1 kg. Grupo AI, n=9; 23,6 anos; 1,73 mt; 73,8 kg.	Extensão de joelhos	20% 1RM com e sem RFS; 80% 1RM	3 séries; 15 reps	8 sem; 2x/sem	Aprox. 95 mmHg (80% da pressão para completa oclusão arterial)	17,5 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento de força e massa muscular
Lowery et al., 2014	20 H ativos, 23 anos, 1,75 mt; 76,2 kg.	Flexão unilateral cotovelo	30% 1RM com RFS ou 60% 1RM sem RFS	3 séries; 30 reps com RFS ou 3 séries; 15 reps sem RFS	4 sem; 2x sem para cada um dos 2 protocolos	Faixa de joelho	7,6 cm	Contínuo (tempo:-)	Treino com faixa de joelho para realizar a RFS aumentou a massa muscular da mesma forma que o treino de AI
Madarame et al., 2008	15 H saudáveis e sedentários. Grupo BI + RFS, n=8, 21,6 anos; 1,71 mt; 58,8 kg. Grupo treino normal, n=7, 21,9 anos; 1,68 mt; 60,7 kg.	Flexão e extensão de joelhos	30% 1RM	30, 15, 15 reps; 30 seg de repouso	10 sem; 2x/sem	160-240 mmHg	4 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da massa muscular e do torque isométrico dos MMSS treinados só na presença de exercício +RFS nos MMII
Manimmanakorn et al., 2013	30 M jogadoras de basquetebol, 20,2 anos; 1,68 mt; 65,2 kg.	Flexão e extensão de joelhos	20% 1RM ou condição de hipóxia (saturação periférica de oxigênio a 80%)	3 séries de extensão até fadiga; 30 seg entre séries; 2 minutos intervalo; 3 séries de flexão até fadiga; 30 seg repouso entre séries	5 sem; 3x/sem	160-230 mmHg	5 cm	Contínuo (12-13 min)	Aumento da força e massa muscular com treino com RFS e na condição de hipóxia.

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Martín-Hernandez et al., 2013	39 H ativos. Grupo baixo volume+BI, n=10; 20,3 anos; 1,80mt; 76,9 kg. Grupo alto volume+BI, n=10; 21,1 anos; 1,77mt; 75,7 kg. Grupo AI, n=11; 20,7 anos; 1,80mt; 75,2 kg. Grupo controle, n=8, 20,2 anos; 1,78 mt, 75,6 kg.	Extensão bilateral de joelhos	20% 1RM	Baixo volume=1 série de 30 reps e 3 séries de 15 reps; 60 seg repouso entre séries. Alto volume= dobro do protocolo de Baixo Volume com 5 min de intervalo entre os exercícios. AI=3 séries de 8 reps; ; 60 seg repouso entre séries	5 sem; 2x/sem	110 mmHg	14 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da força e massa muscular independente do volume do treino (75 ou 150 reps)
Moore et al., 2004	8 H saudáveis e sedentários, 19,5 anos; 1,80 mt; 84 kg.	Flexão unilateral de cotovelo	50% 1RM	3-6 séries (ultima série ate fadiga); 60 seg de intervalo	8 sem; 2x/sem	100 mmHg	7 cm	Intermitente (2 blocos separados de treino)	Aumento da força muscular
Nakajima et al., 2010	7 H cardiopatas estabilizados. Idade: (-); IMC: (-).	Leg press; flexão e extensão de joelhos	20% 1RM	30, 15, 15, 15, 15; 1 min de repouso	12 sem; 2x/sem	100-250 mmHg	-	Contínuo (tempo:-)	Aumento da massa e força muscular e da capacidade aeróbia
Nielsen et al., 2012	18H saudáveis e sedentários. Grupo BI + RFS, n=10, 22,8 anos; 1,81 mt; 82,3 kg. Grupo BI sem RFS, n=8, 21,9 anos; 1,82 mt; 80,2 kg.	Extensão unilateral de joelho	20% 1RM	4 séries até fadiga; 30 seg de repouso entre séries	3 sem; 23 sessões	100 mmHg	15 cm	Contínuo (7,9 min)	Aumento rápido da massa e força muscular
Ohta et al., 2003	44 indivíduos, 25 H, PO de LCA. Grupo BI+RFS, n=22; 28 anos; Altura= (-); 65kg. Grupo BI, n=22; 30 anos; Altura= (-); 68kg.	Exercícios de reabilitação	Variável	Variável	16 sem; 6x/sem	180 mmHg	-	-	Aumento massa e força muscular. Prevenção da atrofia, podendo a RFS, ser usada precocemente no PO.
Patterson; Ferguson, 2010	16 M saudáveis e ativos. Grupo 25% 1RM, n=8; 23 anos; 1,68 mt; 62,6 kg. Grupo 50% 1RM, n=8, 22 anos; 1,62 mt; 61,3 kg.	Flexão plantar unilateral	25% ou 50% 1RM	3 séries ate a fadiga; 60 seg de repouso	4 sem; 3x/sem	110 mmHg	18,5 cm	Contínuo (5-8 min)	Aumento mais significativo na força com treino de 50% 1RM
Patterson; Ferguson, 2011	10 idosos e ativos, 8 H, 67 anos; 1,70 mt; 77,9 kg.	Flexão plantar unilateral	25% 1RM	3 séries ate a fadiga; 60 seg de repouso	4 sem; 3x/sem	110 mmHg	-	Contínuo (5-8 min)	Aumento da força máxima

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Sakuraba et al., 2009	21 H ativo. Grupo 300°/seg + RFS, n=6; 20 anos; 1,72 mt; 66 kg; Grupo 90°/seg + RFS, n=4, 19 anos; 1,72 mt; 65,3 kg. Grupo 300°/seg, n=6; 20,5 anos; 1,72 mt; 65,6 kg. Grupo 90°/seg, n=5, 19,9 anos, 1,74 mt; 65,9 kg.	Extensão/flexão o joelhos no isocinético	300°/seg e 90°/seg	3 séries de 10 reps; 60 seg de repouso	4 sem; 2x/sem	200 mmHg	7,7 cm	-	Aumento significativo na força muscular, mas não no ganho de massa muscular
Sata, 2005	1 paciente jogador de basquete com tendinite de patela, 17 anos; 1,83 mt; 70,8 kg.	Adução e abdução de quadril, panturrilha, agachamento	30% 1RM	3 séries de 15 reps.	6 sem; 5-6x/sem	160-180 mmHg	5 cm	-	Prevenção da atrofia muscular e melhora da dor e do edema.
Shinohara et al., 1998	5 H saudáveis e sedentários. 23,2 anos; 1,65 mt; 63,5 kg.	Contração isométrica de perna unilateral	40% CVM	36x de contrações de 2-seg; 3 seg de repouso	4 sem; 3x/sem	>250 mmHg	8 cm	Contínuo (3 min)	Aumento da força e taxa máxima de torque
Sumide et al., 2009	21 H saudáveis e sedentários. 4 Grupos. Grupo sem RFS, n=5; 23,6 anos; 1,74 mt; 67 kg. Grupo 50 mmHg, n=5; 22,1 anos; 1,71 mt; 66,4 kg. Grupo 150 mmHg, n=5; 21,3 aos; 1,68 mt; 60 kg. Grupo 250 mmHg, n=6; 21,6 aos; 1,69 mt; 62,3 kg.	Elevação da perna reta, adução/abdução de quadril	Peso corporal e 20% 1RM	Perna e abdução – 5 seg isometria e 5 seg de intervalo; Adução de quadril, 20 x de contrações de 5 seg sem repouso	8 sem; 3x/sem	50, 150 ou 250 mmHg	7,7 cm	Contínuo (tempo:-)	Nenhum protocolo mostrou hipertrofia muscular.
Takada et al., 2012	14 H saudáveis e não treinados, 21,9 anos, 1,70 mt; 66,1 kg.	Flexão plantar unilateral	20% 1RM	2 séries de 30 reps/min; 30 seg de repouso entre séries; 2 sessões dia; intervalo de 4 horas entre sessões	4 sem; 3x/sem	1,3 da PAS	18,5 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da força e massa muscular
Takarada, Sato, Ishii, 2002	17 atletas de rugby. Grupo BI+ RFS, n=6; 25,3 anos; 1,79 mt; 88,9 kg; Grupo baixa intensidade, n=6; 26,5 anos; 1,80 mt; 92,4 kg; Grupo controle, n=5; 25,4 anos; 1,80 mt; 91,5 kg.	Extensão joelhos	50% 1RM	4 séries; 16 reps; 30 seg de repouso	8 sem; 2x/sem	Aprox. 196 mmHg	3,3 cm	Contínuo (10 min)	Aumento significativo de hipertrofia muscular, força e <i>endurance</i>

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Takarada et al., 2000b	5 H saudáveis e ativos, 32,8 anos; 1,70 mt; 79,1 kg.	Flexão cotovelo unilateral	50% 1RM	3 séries ate a fadiga; 60 seg de repouso	16 sem; 2x/sem	Aprox. 110 mmHg	3,3 cm	Contínuo (5 min)	Aumento da força e massa muscular
Takarada, Tsuruta e Ishii, 2004	18 atletas H. Grupo BI+RFS, n=6; 21,3 anos; 1,71 mt; 69,3 kg; Grupo baixa intensidade, n=6; 21,8 anos; 1,73 mt; 72,4 kg; Grupo RFS, n=6; 22,2 anos; 1,71 mt; 67,8 kg.	Extensão de joelhos	20% 1RM	5 séries ate a fadiga; 60 seg de repouso	8 sem; 2x/sem	Aprox. 220 mmHg	9 cm	Contínuo (10 min)	Aumento da força e da massa muscular apenas quando o exercício de BI é associado à RFS
Thiebaud et al., 2013	14 M pós menopausa, 61 anos, IMC= (-)	Peitoral, costas, deltoide, extensão e flexão de joelhos e flexão e extensão de quadril.	7 a 9 escala OMNI de exercício resistido	1 série 30 reps; 2 séries de 15 reps; 1 a 2 min repouso entre séries no Grupo Moderada a AI com elástico sem RFS e 30 seg no Grupo BI com RFS	8 sem; 3x/sem	80-120 mm Hg	5,8 cm	Contínuo (10-15 min)	Aumento da força e da massa muscular nos dois protocolos
Vechin et al., 2015	23 idosos, 14 H, saudáveis e não treinados. Grupo controle: n=7, 66 anos; 1,61 mt; 69,3 kg; Grupo AI: n=8, 62 anos; 1,60 mt; 68,7 kg; Grupo BI + RFS: n=8, 65 anos, 1,70 mt; 79,3 kg.	Leg press 45°	20-30% ou 70-80% 1RM	Grupo AI: 4 séries 10 reps; 1 min repouso entre séries; Grupo BI 1 série 30 reps + 3 séries de 15 reps; 1 min repouso entre séris.	12 sem; 2x/sem	50% da oclusão da artéria tibial (71 ± 9 mmHg)	18 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da força e da massa muscular nos dois protocolos, porém o treino de AI produziu maior ganho de força
Weatherholt et al., 2013	40 estudantes saudáveis e não treinados. Grupo exercício: n=25, 12H, 22,4 anos, Altura e Peso= (-); Grupo controle: n=15, 4H, 20,4 anos, Altura e Peso= (-)	Flexão e extensão unilateral de cotovelo.	20% 1RM	3 séries 15 reps; 1 min repouso entre séries	8 sem; 3x/sem	Crescente – Semana 1 – 90 mmHg, semanas 6,7 e 8 – 180 mmHg.	3 cm – aparelho Kaatsu	Contínuo (5 min por exercício)	Aumento da força e da massa muscular
Yamanaka, Farley, Caputo, 2012	32 atletas de futebol americano, 19,2 anos, IMC=(-)	Agachamento e supino	20% 1RM	30-20-20-20 repetições; 45 seg de repouso	4 sem; 12x/sem	Não se aplica, cuff elástico	5 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da força e massa muscular.

Autor	Amostra	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Duração e Frequência do treino	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Yasuda et al., 2005	5 H. Grupo BI+RFS, n=3; 20 a 47 anos; 1,64 a 1,79mt; 68,6 kg. Grupo BI, n=2, 23 a 27 anos; 1,73 a 1,76 mt; 64,6 kg.	Agachamento e flexão de joelho	20% 1RM	3 séries de 15 repetições; 30 seg de repouso	2 sem; 12x/sem	160-240 mmHg	5 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da massa muscular, principalmente das fibras do tipo II.
Yasuda et al., 2010b	10 H ativos, idade entre 23 e 38 anos; 1,72 mt; 66 kg. Grupo BI + RFS, n=5; Grupo BI, n=5.	Supino	30% 1RM	30-15-15-15 repetições; 30 seg. de repouso	2 sem; 12x/sem	100-160 mmHg	3 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento da força e massa muscular dos músculos restringidos e também dos não restringidos.
Yasuda et al., 2011a	40 H ativos. Grupo AI, n=10; 25,3 anos; 1,72 mt; 63 kg. Grupo BI+RFS, n=10; 23,4 anos; 1,71 mt; 63,9 kg; Combinado AI + BI+RFS, n=10; 23,8 anos; 1,72 mt; 66,3 kg; Grupo controle sem treino, n=10; 23,6; 1,71 mt; 62,2 kg.	Supino	30% 1RM	30-15-15-15 reps; 30 seg. de repouso	6 sem; 3x/sem	100-160 mmHg	3 cm	Contínuo (tempo:-)	Aumento na força dinâmica e isométrica no treino combinando BI+ RFS com AI foi maior do que o treino BI+ RFS e foi similar ao treino de AI.
Yasuda et al., 2011b	30 H ativos. Grupo AI, n=10, 25,3 anos; 1,72 mt; 63 kg. Grupo BI+RFS, n=10, 23,4 anos; 1,72 anos; 63,9 kg. Grupo controle sem treino, n=10, 23,6 anos; 1,71 mt; 62,2 anos.	Supino	30% 1RM	30-15-15-15 reps; 30 seg. de repouso	6 sem; 3x/sem	100-160 mmHg	3 cm	Contínuo (tempo: -)	A hipertrofia de tríceps braquial e peitoral maior ocorre simultaneamente no treino de AI, mas não no treino de BI+RFS.
Yasuda et al., 2014b	19 indivíduos. Grupo exercício: n=9, 3H, 71,3 anos. Grupo controle, n=10, 2H, 67,7 anos.	Leg press e extensão bilateral de joelhos	20 ou 30%	30, 20, 15 e 10 reps com 30 seg entre séries e 90 seg entre os dois exercícios	12 sem; 2 x/sem	120-270 mmHg	5 cm	Contínuo (11 min)	Aumento da força e massa muscular
Yokokawa et al., 2008	51 idosos saudáveis. Grupo BI+ RFS, n=24, 16 M; 70,7 anos. Grupo exercício de equilíbrio dinâmico, n=27, 18 M; 70,6 anos, IMC = (-)	Programa de fisioterapia para MMII	Peso Corporal	-	8 sem; 2x/sem	1,2 da PAS (70-150 mmHg)	4,5 cm	Contínuo (tempo: -)	Primeiro estudo com treino de BI+ RFS realizado em asilo. Melhora de força e habilidade funcional em idosos.

Fonte: Da Autora.

LEGENDA: BI = Baixa intensidade; MI= moderada intensidade; AI= alta intensidade; RFS = restrição do fluxo sanguíneo; MMII= membros inferiores; MMSS= membros superiores; PO= pós-operatório; LCA=ligamento cruzado anterior; H=homens; M=mulheres; (-)= dados não reportados.

Sobre o aumento de força e hipertrofia muscular, existe um relativo consenso sobre tais ganhos de forma similar a treinos resistidos de alta intensidade (ABE et al., 2005b; ABE et al., 2005c; LAURENTINO et al., 2012; MADARAME et al., 2008; YASUDA et al., 2010b). Um dos mecanismos fisiológicos dessas adaptações induzidas pela RFS está associado ao fator hormonal. Sabe-se que em treinos resistidos de alta intensidade, há o aumento imediato do hormônio do crescimento que estimula a secreção de fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF-1), ambos hormônios sistêmicos, levando ao aumento da síntese proteica e, conseqüentemente, à hipertrofia muscular (KRAEMER; RATAMESS, 2005). Há também a produção localizada de uma isoforma específica do IGF-1, a IGF-1Ec, melhor conhecido como fator mecânico de crescimento (MGF), o qual é o principal responsável pelo efeito hipertrófico do exercício resistido, diferentemente das isoformas sistêmicas do IGF1 (IGF-1Ea e IGF-1Eb) (LOENNEKE et al., 2012b). A isoforma IGF-1Ec parece ser a única a ser ativada localmente por estímulos mecânicos e lesão celular (GOLDSPINK; WESSNER; BACHI, 2008).

O treino resistido de baixa intensidade associado à RFS apresenta a capacidade de aumentar a resposta endócrina quando comparada ao treino resistido de baixa intensidade sem a RFS (ABE et al., 2005c; MANINI; CLARK, 2009). Além disso, alguns estudos relatam que em comparação a exercícios resistidos de alta intensidade, os de baixa intensidade associados a RFS provocam respostas endócrinas e adaptações musculares semelhantes, tais como a hipertrofia muscular, embora realizado com uma duração menor (ABE et al., 2005c; TAKARADA et al., 2000a; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002). Por exemplo, Ellefsen et al. (2015), submetem mulheres sedentárias a 12 semanas, 2 vezes por semana de treino com o exercício resistido de extensão bilateral de joelhos, com dois protocolos (baixa intensidade com RFS e alta intensidade sem RFS). Os autores constataram que ao final das 12 semanas de treino houve aumento similar do desempenho do teste de 1RM, da área de secção transversa da parte distal do músculo quadríceps e da expressão gênica entre os dois protocolos. Os autores também ressaltam que, diferentemente da hipótese inicial, uma única sessão foi suficiente para gerar respostas hormonais e mudanças na expressão genética similares entre os dois protocolos.

Outras evidências de efeitos agudos a esta modalidade de exercício mostram respostas do hormônio de crescimento seguida do exercício resistido de

baixa intensidade associado a RFS, sendo que estas foram semelhantes ou ainda maiores do que aquelas reportadas em exercícios resistidos de alta intensidade (70% de 1RM) (KRAEMER; RATAMESS, 2005; PLOUTZ et al., 1994). Tem sido sugerido, também, que o papel fundamental na liberação do GH durante este tipo de exercício, seja devido ao acúmulo de lactato. A produção de IGF-1 encontra-se também aumentada com o GH, aumentando a síntese proteica, com consequente ativação das células satélites e hipertrofia das miofibrilas (HAWKE; GARRY, 2001). De forma geral, as fibras musculares recrutadas primeiramente no treino resistido de alta intensidade, devido à maior demanda de esforço, são as fibras do tipo II, que apresentam unidade motora de maior calibre, alto limiar de ativação, ou seja, a contração muscular é mais rápida, porém possuem menor resistência a fadiga. Já no exercício de baixa intensidade, há maior recrutamento das fibras do tipo I, fato explicado pelo princípio do tamanho. Este princípio estabelece que as unidades menores com menor capacidade de produção de força são recrutadas primeiramente, e após isto, se houver a necessidade de aumentar a força, unidades maiores e mais fortes são recrutadas (HAKKINEN; ALEN; KOMI, 1985). No exercício resistido de baixa intensidade com RFS, são recrutadas fibras do tipo II (TAKARADA; TAKAZAWA et al., 2000) devido à hipóxia gerada no compartimento intramuscular tornando o meio mais ácido, fato este que estimula os metaborreceptores por meio de fibras aferentes do grupo III e IV, levando a um recrutamento adicional de fibras do tipo II (MANINI; CLARK, 2009). Portanto, o exercício resistido com RFS resulta em uma ativação muscular similar ao exercício resistido de alta intensidade (TAKARADA et al., 2000b).

De forma complementar, Suga et al. (2012) mostraram que mudanças no pH, na quantidade de metabólitos intramusculares e no recrutamento de fibras do tipo II, no grupo que realizou o protocolo de exercício resistido de baixa intensidade com RFS foram similares ao grupo que realizou exercício resistido de alta intensidade sem RFS.

Em relação ao protocolo de exercício resistido, quando comparado ao exercício resistido tradicional de alta intensidade, a modalidade com RFS utiliza uma carga de exercício menor associada a um volume maior com o intuito de causar um estresse metabólico significativo e assim, levar ao recrutamento de unidades motoras maiores (FAHS et al., 2012a).

Em relação à carga, estudos com RFS tem utilizado 15% da contração voluntária máxima (CVM) (KACIN; STRAZAR, 2011), 20% de 1RM (ABE et al., 2005a; ABE et al., 2005b; ABE et al., 2005c; FAHS et al., 2011; CLARK et al., 2011; FUJITA et al., 2008; KARABULUT et al., 2010; KARABULUT et al., 2011; KUBO et al., 2006; LAURENTINO et al., 2012; NAKAJIMA et al., 2010) e 30% de 1RM (MADARAME et al., 2008; YASUDA et al., 2010a; YASUDA et al., 2011a; YASUDA et al., 2011b) para aumentar a força e hipertrofia muscular. Estes valores de cargas estão primariamente baseados em estudos que avaliam respostas agudas da RFS, indicando que a baixa intensidade pode gerar estresse metabólico suficiente e fadiga. Algumas evidências sugerem que o estresse metabólico gerado durante o exercício resistido com RFS é dependente da carga do exercício. O exercício resistido com RFS de flexão plantar unilateral com carga de 30% de 1RM causou estresse metabólico intramuscular similar ao exercício com 65% de 1RM sem RFS; enquanto que o exercício com RFS e 40% de 1RM ocasionou um estado de estresse metabólico ainda maior (SUGA et al., 2010). Outro estudo comparou o exercício de extensão de joelhos com intensidades de 20% e 40% da CVM e sugeriu que o uso de cargas de 20% da CVM é preferível baseado em observações que cargas mais baixas são mais confortáveis e melhor toleradas que cargas mais altas (COOK; CLARK; PLOUTZ-SNYDER, 2007).

O efeito hipertrófico gerado pela carga de baixa intensidade (20% de 1RM) e de moderada intensidade (50% de 1RM) nos treinos com RFS parecem ser similares, pois foram identificados aumentos de 16% e 15%, respectivamente, na área de secção transversa do músculo pelo exercício de extensão de joelhos com RFS, em 8 semanas de treino (TAKARADA; SATO; ISHII, 2002; TAKARADA; TSURUTA; ISHII, 2004).

Loenneke et al. (2016a), relacionaram intensidade do exercício resistido com a pressão de oclusão e observou-se que de forma aguda, o volume muscular parece ter sido aumentado pelo protocolo de 30% 1RM, quando comparado com o protocolo de 20%. Porém, aumentar a intensidade do exercício de 20% para 30% com RFS produziu aumento significativo nos níveis de lactato sanguíneo (3,5 vs 5,5 mmol/L). Também foi verificado neste estudo que mudanças agudas no volume muscular e nos níveis de lactato sanguíneo referentes ao protocolo de 30% 1RM com RFS foram similares ao protocolo de 70% 1RM e aos protocolos de 20 e 30% de 1RM até a fadiga, apesar de um volume de exercício menor. Os protocolos foram realizados

com 40, 50 e 60% da pressão de oclusão arterial total, e os autores concluíram que a intensidade do exercício parece ter uma influência maior nas mudanças agudas do volume muscular e do acúmulo metabólico quando comparado à pressão de oclusão aplicada.

Existem evidências de que o acúmulo metabólico e a hipóxia durante o exercício com RFS aumentam o recrutamento de unidades motoras e a resposta endócrina ao exercício (YASUDA et al., 2014a). Nesse contexto, um dos benefícios do exercício resistido com RFS é que pode haver redução do volume total de exercícios para provocar ganho de força e hipertrofia. Estudos com treino resistido com RFS têm utilizado protocolos de uma série de 30 repetições, seguida de três séries de 15 repetições para cada exercício enquanto outros estudos levam os voluntários a completarem todas as séries até a fadiga. Teoricamente, o exercício com RFS até a fadiga produziria um acúmulo metabólico maior, levando a uma maior adaptação quando comparado ao exercício interrompido antes da fadiga.

3.1.3 Frequência, Volume, Intensidade do Exercício e Lesão Muscular

Sobre frequência do treino, quanto maior a frequência, as adaptações ao treino acontecerão de forma mais rápida. A tolerância ao treino com maior frequência se dá com um treino com cargas de baixa intensidade comparado a treinos com alta intensidade (FAHS et al., 2012a). De acordo com estudos utilizando exercícios com RFS, a frequência tem variado de 2 vezes por semana (BURGOMASTER et al., 2003; LAURENTINO et al., 2008; LAURENTINO et al., 2012; MADARAME et al., 2008; NAKAJIMA et al., 2010; SAKURABA; ISHIKAWA, 2009; TAKARADA, et al., 2000b; TAKARADA; TSURUTA; ISHII, 2004) até 2 vezes ao dia (ABE et al., 2005a; ABE et al., 2005b; ABE et al., 2005c; FUJITA et al., 2008; YASUDA et al., 2005; YASUDA et al., 2010a). A frequência de 2 vezes ao dia parece ser efetiva no aumento de força e hipertrofia muscular em apenas seis dias de treino (ABE et al., 2005c; FUJITA et al., 2008). No entanto, a dor muscular tardia seguida ao treino resistido com RFS, pode limitar a frequência do treino se for realizado até a fadiga. Por exemplo, a dor muscular de 24 a 48 horas após o exercício de extensão de joelhos até a fadiga tem sido maior após exercícios com RFS quando comparada a exercícios sem RFS (UMBEL et al., 2009; WERNBOM et al., 2012). Deve haver um equilíbrio entre a frequência e o volume do exercício, já que tem sido observado,

que em treinos com maior frequência, 2 vezes ao dia, por exemplo, os participantes não chegam à fadiga (FAHS et al., 2012a).

Muitos estudos com exercício resistido associado à RFS, tem utilizado protocolos de uma série de 30 repetições seguida por três séries de 15 repetições para cada exercício (BARNETT et al., 2015; KIM et al., 2014; LOENNEKE et al., 2013a; THIEBAUD et al., 2013), enquanto outros estudos têm levado os participantes a completar todas as séries até a fadiga (DOWNS et al., 2014; ELLEFSEN et al., 2015; LOENNEKE et al., 2012a; MANINI et al., 2012; VIEIRA et al., 2015). Teoricamente, a RFS até a fadiga voluntária produziria um acúmulo metabólico maior e levaria a maiores adaptações que o exercício terminado antes da fadiga. Estudos cujos participantes realizaram exercícios resistidos até a fadiga voluntária resultaram em aumento da força muscular e da hipertrofia. A área de secção transversa do quadríceps aumentou aproximadamente 16% em 8 semanas (16 dias de treino) de treino, quando os participantes realizaram cinco séries de exercício de extensão de joelhos até a fadiga com RFS, o que não ocorreu nos outros dois protocolos, de baixa intensidade sem RFS e somente RFS sem exercício (TAKARADA; TSURUTA; ISHII, 2004). Doze dias de treino de baixa intensidade com RFS, de quatro séries (75 repetições) de exercício de extensão de joelhos com RFS por apenas 6 dias produziu 3,5% de aumento na secção transversa do quadríceps, quando comparado ao treino de baixa intensidade sem RFS (FUJITA et al., 2008).

Sobre o número de séries, têm sido utilizado, principalmente, protocolos com três séries (ARAÚJO et al., 2014; CARUSO et al., 2015; CLARK et al., 2011; WEATHERHOLT et al., 2013) e tempo de intervalo entre 30 (BARNETT et al., 2015; LOENNEKE et al., 2013a; THIEBAUD et al., 2013; YASUDA et al., 2010) a 90 segundos entre as séries (CLARK et al., 2011; DOWNS et al., 2014).

De acordo com o estudo de Thiebaud et al. (2013) com pessoas saudáveis, relativo a lesão musculoesquelética associada à RFS em membros superiores, foram encontrados três principais achados ao realizar-se um número pré-determinado de repetições utilizando exercício resistido de baixa intensidade concêntrico ou excêntrico. Em primeiro lugar, exercícios concêntricos associados à RFS, não produziram dor muscular significativa apesar de altos níveis de PSE durante o exercício e da diminuição da contração voluntária máxima (CVM) pós-exercício (36%). Em segundo lugar, índices de lesão muscular induzidos pelo exercício tais como edema muscular, circunferência do membro, CVM e amplitude

de movimento, todos retornaram ao nível inicial um dia após o exercício concêntrico, e também um dia após ao exercício excêntrico. Em terceiro lugar, o exercício excêntrico produziu um pico de dor muscular no primeiro dia pós-exercício, quando analisou-se os quatro dias seguintes ao exercício.

Apesar da inexistência de muitos dos índices de lesão muscular induzidas pelo exercício, no estudo de Thiebaud et al. (2013), no protocolo de exercício excêntrico, houve um pico de dor de 20 (em escala de 0-100) no primeiro dia pós exercício. Estudos relatando dor muscular associado à RFS indicam uma variação de 33 a 55 de dor, ambos após exercícios concêntricos e excêntricos até a fadiga (WERNBOM et al., 2009; WERNBOM; AUGUSTSSON; THOME, 2006) mas também foi encontrado índice baixo de 1,6 na escala análoga verbal de dor (0-10), após realizar exercício excêntrico associado à RFS até a fadiga (UMBELL et al., 2009).

Ainda relativo a lesão musculoesquelética associada à RFS, Loenneke, Thiebaud e Abe (2014) revisaram de forma crítica os mecanismos responsáveis pela lesão muscular. Evidências não sustentam a hipótese que a RFS associada ao exercício de baixa intensidade aumente a incidência de lesão muscular (CLARK et al., 2011; GOLDFARB et al., 2008; LOENNEKE et al., 2013a; MADARAME et al., 2013; THIEBAUD et al., 2013; WILSON et al., 2013). Em vez disso, a literatura sugere que não há lesão, ou se ocorre, esta é mínima. A conclusão dos autores é que não há diminuição da função muscular e nem há edema muscular prolongado. Além disso, os níveis de dor muscular gerados pelo treino com RFS foram similares ao exercício submáximo com mesma carga, e não há elevação dos biomarcadores sanguíneos de lesão muscular, tais como, creatina quinase, sugestivo de lesão da membrana muscular, ou marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo (UMBELL et al., 2009; WERNBOM et al., 2012). Uma pequena elevação da interleucina (IL) 6 foi observada, mas é improvável que esteja relacionada à lesão muscular, isto porque a principal origem da IL-6 resultante do exercício, não provém dos macrófagos, mas da contração muscular em si (TAKARADA et al., 2000a).

Thiebaud et al. (2013) compararam o exercício resistido excêntrico de baixa intensidade de flexores de cotovelo com e sem RFS sobre marcadores indiretos de lesão muscular e concluíram que a RFS não afeta a lesão muscular induzida pelo exercício. Os autores acreditam que realizar o exercício até a fadiga produz maior dor muscular tardia que um protocolo com séries pré-determinadas associadas à

RFS; portanto a severa dor muscular tardia provavelmente não seja gerada pela RFS.

Foi sugerido que a RFS poderia criar um tipo de lesão por isquemia/reperfusão que levaria a lesão muscular além do exercício normal (UMBELL et al., 2009). A lesão por isquemia/reperfusão ocorre após completa oclusão do fluxo sanguíneo ao músculo esquelético e aumento do ácido láctico, íons de hidrogênio, cálcio intracelular, espécies reativas de oxigênio e se sustentada por muito tempo, podendo eventualmente ocorrer a necrose celular (WANG; BAYNOSA; ZAMBONI, 2011). Thiebaud et al. (2013) acham improvável que estes eventos tenham ocorrido neste estudo, primeiro pois foi usada uma pressão moderada de oclusão de 120 mmHg. Outros estudos perceberam que a pressão de oclusão de 160 mmHg não interrompe o fluxo sanguíneo do braço mas a 300 mmHg, este fato ocorre (YASUDA et al., 2010a). Segundo, altos níveis de espécies reativas podem não ser produzidos com o treino utilizando RFS. Por exemplo, após a realização de extensão de joelhos com RFS até a fadiga, nem a creatina quinase plasmática nem os níveis de peróxidos lipídicos aumentaram de forma significativa (TAKARADA et al., 2000).

Karabulut et al. (2013) foram os primeiros a avaliar as respostas inflamatórias e de lesão muscular mediante o treino de baixa intensidade com RFS em homens mais velhos, e justificam que esta população pode se beneficiar deste treino como uma forma de substituir o treino de alta intensidade. Foi avaliada a resposta de um marcador de lesão muscular (CK) e a resposta de um marcador inflamatório (IL-6) em dois protocolos de exercícios resistidos em homens mais velhos saudáveis, média de 56 anos, um protocolo de alta intensidade e um de baixa intensidade com RFS. Os autores concluíram que o treino de 6 semanas utilizando o treino de baixa intensidade com RFS não induziu mudanças inflamatórias desfavoráveis e também não aumentou os níveis de lesão muscular, podendo ser considerado, portanto, uma alternativa de treino bem tolerado.

De forma complementar, no intuito de conhecer a extensão da lesão muscular, e se esta realmente ocorre após o exercício resistido de baixa intensidade na fase excêntrica associada à RFS, Sudo et al. (2015) conduziram um estudo para avaliar o dano na fibra muscular de ratos, a nível celular após exercício excêntrico. Os autores concluíram que esta forma de exercício, mesmo em altas intensidades, pode aumentar a síntese muscular proteica sem lesão apreciável da fibra muscular.

3.2 COMPORTAMENTO CARDIOVASCULAR DURANTE O EXERCÍCIO COM RFS

Sobre a hemodinâmica do exercício resistido, sabe-se que esforços realizados com baixa intensidade levam a um aumento da frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), volume sistólico e débito cardíaco (DC), ao passo que, em altas intensidades, observa-se também aumento na pressão arterial diastólica (PAD) (FORJAZ et al., 2010). Além disso, os exercícios resistidos executados em alta intensidade possuem um componente estático considerável, provocando o aumento da resistência periférica total (RPT) (BRUM et al., 2004). Um cuidado a ser tomado ao se tratar de população idosa é que, quando comparado com indivíduos jovens, os idosos apresentam uma resposta pressórica similar ou superior ao exercício isométrico (BOOGARD et al., 1997; SMOLANDER et al., 1998).

Neto et al. (2016a) revisaram de forma sistemática estudos sobre a influência de exercícios resistidos com RFS sobre as respostas da PA, FC e duplo produto. A tabela 2 apresenta as características gerais dos estudos com exercício resistido incluídos no trabalho de Neto et al. (2016a), além de outros quatro artigos publicados posteriormente (CEZAR et al., 2016; MAY; BRANDNER; WARMINGTON, 2017; PINTO et al., 2016; PINTO; POLITO, 2016) ao estudo dos autores supracitados, com o tema de interesse e procurados de forma manual. Para este fim, foi realizada a extração dos dados utilizando uma planilha (*Microsoft® Excel® 2010*) padronizada. Foram extraídas as seguintes características dos estudos incluídos: a) identificação do artigo: autor, ano; b) características da amostra tais como: número de participantes, sexo, altura e peso, ou IMC; c) exercício/os resistido/s de escolha; d) intensidade; protocolo (séries, repetições, duração do intervalo); e) instrumentos utilizados para mensurar parâmetros hemodinâmicos; f) pressão de compressão do *cuff*; g) largura do *cuff*; h) uso contínuo ou intermitente da pressão de compressão; i) principais achados em relação aos parâmetros hemodinâmicos.

Tabela 2 - Estudos envolvendo exercício resistido com RFS x hemodinâmica.

Estudo	Amostra (n, sexo, idade, altura, peso)	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Instrumentos para mensurar parâmetros hemodinâmicos	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Araújo et al., 2014	14 M hipertensas tipo I; 71 anos. Grupo MI: IMC=31,2; Grupo BI + RFS: IMC=30,5.	Extensão bilateral de joelhos	30% e 80% 1RM	BI + RFS = 3 séries; 15 reps; 45 segundos de repouso entre séries. MI= 3 séries; 15 reps; 60 seg de intervalo entre séries.	Frequencímetro e método oscilométrico	80% da pressão de oclusão encontrada pelo Doppler	18 cm	Contínuo	BI + RFS = ↑ PAS logo após exercício, e hipotensão pós exercício por mais de 60 min
Bazgir et al., 2016.	16H. Grupo Ex. Excêntrico + RFS (n=10) IMC: 23,77. Grupo Ex. Excêntrico sem RFS, IMC: 21,17.	Extensão unilateral do joelho. Fase excêntrica.	30% da CVM	4 séries com 15 contrações por minuto,	Frequencímetro e método oscilométrico	90-100 mmHg	13 cm	Contínuo (6 minutos de RFS).	↑ FC e o Duplo Produto nos 2 grupos e ↑ da PAS e PAD apenas no grupo com RFS.
Brandner, Kidgell e Warmington, 2015	12 H, 23 anos, 1, 79 mt; 72,6 kg.	Flexão unilateral de cotovelo	20% com e sem RFS e 80% de 1RM	BI + RFS e BI = 1 série 30 reps + 3 séries de 15 reps; 30 seg de intervalo entre séries. AI = 4 séries de 6-8 reps; 150 seg de intervalo entre séries.	Frequencímetro e esfigmomanômetro padrão	80% (91 mmHg) e 130% (151 mmHg) da PAS de repouso	8 e 10,5 cm	Contínuo e Intermitente	Os 4 protocolos ↑ FC, PAS, PAD, PAM e DP imediatamente pós exercício
Bunevicius et al., 2016	24 atletas amadores de atletismo, 22,5 anos, IMC: 24,7.	Flexão plantar	40% da CVM com e sem RFS	3 exercícios, 3 séries, oito repetições. 2,5 min de intervalo entre os exercícios e 30 segundos de intervalo entre séries.	Frequencímetro e esfigmomanômetro padrão	120 mmHg	4 cm	Contínuo	FC e PA- sem diferença significativa entre protocolos

Estudo	Amostra (n, sexo, idade, altura, peso)	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Instrumentos para mensurar parâmetros hemodinâmicos	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Cezar et al., 2016	23 M hipertensas medicadas. Grupo AI: n=8, 63 anos; IMC: 27,28. Grupo BI + RFS: N=8, 59 anos; IMC: 30,06. Grupo Controle, n=7, 57,3 anos; IMC: 28,8	Flexão de punho	30% e 80% 1RM	8 semanas; 2x/sem; 3 séries; repetições: (-); 30 segundos de intervalo entre séries.	Frequencímetro, esfigmomanômetro padrão	70% da PAS de repouso	-	Contínuo	BI + RFS: ↓ PAS, PAD e PAM e Duplo Produto quando comparado com AI.
Holander et al., 2010	7 H praticantes de musculação por pelo menos 1 ano, 21,7 anos; 1,80 mt; 87,2 kg	Flexão de cotovelo e panturrilha unilateral	30% e 70% 1RM	3 séries até fadiga; 60 seg de repouso entre séries	Única variável cardiovascular analisada foi a FC pelo frequencímetro	20 mmHg acima e abaixo da PAS	-	Contínuo	FC – sem diferença significativa entre protocolos
Loenneke et al., 2010	12 H e M, 21,2 anos; 1,68 mt; 71,2 kg.	Extensão bilateral de joelhos	30% 1RM com e sem RFS	1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; 150 seg de repouso entre séries	Única variável cardiovascular analisada foi a FC pelo frequencímetro	Elástico	7,6 cm	Contínuo	BI + RFS = ↑ FC
Fahs et al., 2011	11 H, 28 anos; 1,76 mt; 79,2 kg.	Leg press, extensão e flexão de joelhos e flexão plantar	20% 1RM com e sem RFS e 70%	BI = 1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; 30 seg de repouso entre séries. AI = 3 séries de 10 reps; 60 seg de repouso entre séries.	HDI/PulseWaveTM CR-2000 Research CardioVascular Profiling System e esfigmomanômetro padrão	120 a 200 mmHg	5 cm	Contínua	AI = ↑ FC quando comparado com BI + RFS e BI, ↓ PAS, PAD e PAM quando comparado com BI + RFS e BI

Estudo	Amostra (n, sexo, idade, altura, peso)	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Instrumentos para mensurar parâmetros hemodinâmicos	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Fahs et al., 2012b	46 H. Grupo AI, n=12, 21 anos; 1,80 mt; 82,8 kg. Grupo MI, n=9, 21 anos; 1,76 mt; 71 kg. Grupo BI + RFS, n=10, 21 anos, 1,79 mt; 77,5 kg. Controle, n=15, 23 anos; 1,76 mt; 74 kg.	Flexão, extensão, elevação lateral de ombros; leg press, flexão e extensão de joelhos	50% 1RM para MMSS e 20, 45 e 70% de 1RM para MMII	MMSS: 3 séries de 10 reps. BI+RFS: 1 série de 30 reps, 3 séries de 15 reps. MI: 3 séries de 10 reps. AI: 3 séries de 15 reps. 60 seg de repouso entre séries.	HDI/ PulseWaveTM CR-2000 Research Cardio-Vascular Profiling System	160-200 mmHg	5 cm	Contínua	Sem diferença significativa entre protocolos para FC, PAS, PAD e PAM
Figueroa; Vicil, 2011	11 H e 12 M, 22 anos; 1,67 mt; 63 kg.	Flexão e extensão bilateral de joelhos	40% 1RM com e sem RFS	3 séries até a fadiga; 60 seg de repouso entre séries.	Método oscilométrico e tonômetro	100 mmHg	-	Intermitente	FC, PAS, PAD e PAM - sem diferença significativa entre protocolos
Kacin; Strazar, 2011	10 H, 22,5 anos, 1,80 mt; 76,7 kg.	Extensão unilateral joelho	15% CVM com e sem RFS	BI + RFS – 4 séries até fadiga; BI sem RFS 4 séries de exercício submáximo	ECG e método oscilométrico	≥230 mmHg	13 cm	Intermitente	BI sem RFS = ↑FC, PAS, PAD e PAM
Libardi et al., 2016	12 H, 20 anos, 1,74 mt; 73,5 kg.	Leg press 45°	30% e 80% 1RM	BI sem RFS e AI – 4 séries até fadiga; 1 min de intervalo entre séries. BI + RFS: 4 séries de 15 reps	Finometer	50% da pressão de oclusão. 75,8 mmHg.	17,5 cm	Contínuo.	BI + RFS = ↓ PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT comparado com os protocolos de BI sem RFS e AI.
Loenneke et al., 2012c	8 H e 5 M, 21, 76 anos; 1,72 mt; 79,31 kg.	Extensão bilateral de joelhos	30% 1RM com e sem RFS	1 série até fadiga	Frequencímetro	Faixa Elástica	7,6 cm	Contínuo	Sem diferença significativa entre protocolos para FC
Maior et al., 2015	15 H, 23,4 anos; 1,77 mt; 78,6 kg.	Flexão bilateral de cotovelo	40% e 80% 1RM	BI = 3 séries até fadiga; 60 seg de intervalo entre séries; AI = 3 séries até fadiga, 120 seg de intervalo entre séries.	Monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA)	20 mmHg abaixo da PAS de repouso (109,4 mmHg)	14 cm	Contínuo	BI + RFS = ↓ PAS, PAD e PAM

Estudo	Amostra (n, sexo, idade, altura, peso)	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Instrumentos para mensurar parâmetros hemodinâmicos	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
May, Brandner e Warmington, 2017	14 H ativos, 22 anos; 1,79 mt; 74,9 kg.	Leg-press bilateral 45°	20% com e sem RFS e 80% 1RM	BI = 1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; 60 seg de repouso entre séries; AI – 4 séries de 8 reps; 60 seg de repouso entre séries.	Frequencímetro e Método oscilométrico	80% da PAS de repouso	10,5 cm	Contínuo (10 min)	AI : ↑ FC quando comparado com BI + RFS e BI. BI + RFS: ↑ PAD e PAM quando comparado com AI e BI
Neto et al., 2015	24 H, 21,7 anos; 1,72 mt; 69,49 kg	Flexão e extensão de cotovelos e flexão e extensão de joelhos bilateralmente	20% com e sem RFS e 80%	BI = 1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; 30 seg de repouso entre séries; AI – 4 séries de 8 reps; 120 seg de repouso entre séries.	Método oscilométrico	MMSS = 93 mmHg; MMII = 108 cm	MMSS = 6 cm; MMII = 10 cm	Intermitente	AI, BI e BI + RFS = ↓PAS; - BI + RFS = ↓PAD; - AI e BI + RFS = ↓PAM
Neto et al., 2016b	10 H, 19 anos; 1,74 mt; 78,8 kg.	Supino, Costas, tríceps e bíceps bilateralmente	20% com RFS, de forma intermitente e contínua e 80% 1RM	BI: 1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; 30 seg de repouso entre séries e 1 min de intervalo entre exercícios; AI: 3 séries de 8 reps, 2 min de intervalo entre séries, 1 min de intervalo entre exercícios.	Frequencímetro, esfigmomanômetro padrão	PAS x 1.3. Treino com restrição intermitente foi de 163,8 mmHg e treino contínuo foi de 160,95 mmHg.	6 cm	Intermitente e contínua	Não houve diferenças na FC e DP entre protocolos de BI intermitente e contínua. A FC foi maior após protocolo de AI comparada com protocolos de BI.
Neto et al., 2016c	24 H, 21,7 anos; 1,72 mt; 69,49 kg.	Flexão e extensão de cotovelos e flexão e extensão de joelhos bilateralmente	20% com e sem RFS e 80%	BI = 1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; 30 seg de repouso entre séries; AI – 4 séries de 8 reps; 120 seg de repouso entre séries.	Monitor oscilométrico da PA	MMSS = 93 mmHg; MMII = 108 cm	MMSS = 6 cm; MMII = 10 cm	Intermitente	AI, BI e BI + RFS = ↑ FC e DP imediatamente pós exercício
Okuno et al. 2014	9 H, 24 anos; 1,74 mt; 77,1 kg	Leg press unilateral	40% 1RM com e sem RFS e 80% 1RM	BI + RFS e BI = 4 série de 16 reps + 1 série até fadiga; 60 seg de intervalo entre séries. AI = 4 séries de 8 reps + 1 série até fadiga; 60 seg de intervalo entre séries	Frequencímetro	100 mmHg	14 cm	Contínuo	AI = ↑ FC

Estudo	Amostra (n, sexo, idade, altura, peso)	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Instrumentos para mensurar parâmetros hemodinâmicos	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Ozaki et al., 2013	19 H. Grupo AI, n=9; 24 anos; 1,71 mt; 62,3 kg. Grupo BI + RFS, n=10, 23 anos; 1,72 mt; 63,9 kg.	Supino	30% e 75% 1RM	BI + RFS - 1 série de 30 reps e 3 de 15 reps; 30 seg de repouso entre séries. AI - 3 séries de 10 reps; 120 a 180 seg de repouso entre séries.	Método oscilométrico semi-automático	100-160 mmHg	3 cm	Contínuo	Sem diferença significativa entre protocolos para FC, PAS e PAD
Pinto; Polito, 2016	12 M hipertensas, 57 anos; 1,58 mt; 70,3 kg,	Leg press bilateral	20% com e sem RFS e 65%	BI com e sem RFS: 3 séries; 15 reps; 30 seg de repouso entre séries; AI: 3 séries; 8 reps; 60 segundos de repouso entre séries.	Aparelho de fotopleletismografia (Finometer)	195,8 mmg	18 cm	Contínuo	BI + RFS: ↑ PAS, PAD, DC, RVP e FC.
Pinto et al., 2016	18 M hipertensas, 67 anos, 1,57 mt, 73,8 kg.	Extensão bilateral de joelhos	20% com RFS e 65% e somente RFS	3 séries, 10 reps; 60 segundos de intervalo entre séries	Aparelho de fotopleletismografia (Finometer)	143,7 mmHg	18 cm	Contínuo	Só RFS: ↑ RVP, PAD e ↓ VS e DC comparado ao momento repouso. Sem diferença significativa entre protocolos, porém nos intervalos o protocolo BI + RFS: ↑ PAS, PAD e RVP e ↓ VS e DC comparado com AI.
Poton; Polito, 2014	10 H, 23,1 anos; 1,76 mt; 81,7 kg. 7 M, 28 anos, 1,60 mt; 63,2 kg.	Flexão unilateral de cotovelo	20% com e sem RFS	3 séries de 15 reps; 45 seg de intervalo entre séries	Aparelho de fotopleletismografia (Finometer)	200 mmHg	14,5 cm	Contínuo	BI + RFS = ↑ FC, PAS e PAD na 3ª série comparada ao protocolo de BI.
Poton; Polito, 2016	12 H, 23,4 anos, 1,79 mt; 77 kg.	Extensão unilateral de joelhos	20% com e sem RFS e 80% 1RM	BI = 3 séries de 15 reps; 45 seg de intervalo entre séries. AI = 3 séries de 8 reps; 60 seg de intervalo entre séries	Aparelho de fotopleletismografia (Finometer)	Pressão de oclusão medida pelo Doppler (167,9 mmHg)	18 cm	Contínuo	AI = ↑ FC, PAS e DP imediatamente após 2ª série.

Estudo	Amostra (n, sexo, idade, altura, peso)	Exercício	Intensidade	Protocolo (série, reps, duração intervalo)	Instrumentos para mensurar parâmetros hemodinâmicos	Pressão cuff	Largura cuff	RFS (contínuo ou intermitente)	Principais achados
Poton; Polito, 2015	11 H, 21,5 anos; 1,77 mt; 74,1 kg. 6 M, 27 anos; 1,62 mt; 60,8 kg.	Leg press bilateral	20% com e sem RFS e 80% 1RM	BI = 3 séries de 15 reps; 45 seg de intervalo entre séries. AI = 3 séries de 8 reps; 60 seg de intervalo entre séries	Aparelho de fotopleiometria (Finometer)	Pressão de oclusão medida pelo Doppler (144,2 mmHg)	18 cm	Contínuo	AI = ↑ FC, PAS e PAD comparado ao protocolo de BI + RFS
Rossow et al., 2011	10 H ativos, 28 anos;	Leg press, flexão e extensão de joelhos e flexão plantar	20% 1RM com e sem RFS e 70% 1RM	20% com e sem RFS – 1 1 série de 30 reps; 3 séries de 15 reps; Grupo	HDI/ PulseWaveTM CR-2000 Research CardioVascular Profiling System	200 mmHg	5 cm	Intermitente	AI = ↑ FC até 60 min e ↓ da PAS E PAM no momento 60 min
Rossow et al., 2012	13 H e 14 M, 23 anos; 1,73 mt e 73,8 kg	Extensão de joelhos	20% 1RM	1 série de 30 reps; 30 seg repouso; 1 série de 15 reps; 60 seg repouso; 1 série de 15 reps; 30 seg repouso e 15 reps.	Método oscilométrico	1,3 x PAS	5 e 13,5 cm	Contínuo	Com o cuff mais largo ↑ da FC, PAS e PAD
Takano et al. 2005	11 H; 34 aos; 1,75 mt; 68,1 kg.	Extensão bilateral de joelhos	20% 1RM com e sem RFS	1 série de 30 reps; 3 séries até fadiga; 20 seg de intervalo entre séries	Método oscilométrico, ECG e cardiografia de impedância, monitorização contínua da PA de forma não invasiva	1,3 x PAS	3,3 cm	Contínuo	BI + RFS ↑ FC, PAS, PAD e PAM
Vieira et al., 2013	27H. Grupo de jovens, n=15, 30 anos; IMC=25; Grupo de idosos, n=12, 66 a, IMC=26.	Flexão unilateral de cotovelo	30% com e sem RFS	1 série de 180 segundos	Esfigmomanômetro padrão, ECG, frequencímetro e método oscilométrico	120 mmHg	-	Contínuo	BI + RFS ↑ FC, PAS, PAD e PAM. Sem diferenças entre idade.

Fonte: Da Autora.

LEGENDA: ↑: aumento significativo; ↓: diminuição significativa; BI = Baixa intensidade; MI= moderada intensidade; AI= alta intensidade; RFS = restrição do fluxo sanguíneo; MMII= membros inferiores; MMSS= membros superiores; H=homens; M=mulheres; DP: duplo produto;

(-) = dados não reportados

Em estudo recente, Gjovaag et al. (2016) compararam respostas cardiovasculares agudas mediante treino resistido tradicional utilizando alta intensidade e número baixo de repetições (4 séries de 4 RM) e protocolo de moderada intensidade e número alto de repetições (4 séries de 20 RM); ambos até a fadiga voluntária no aparelho de extensão bilateral de joelhos. Os autores concluíram que ambos os protocolos aumentaram a PA de forma significativa em relação ao repouso. Mas, comparado ao treino de 4 RM, o treino de 20 RM aumentou mais a PAS e a PAD. Considerando que a carga foi substancialmente menor no treino de 20 RM comparado ao treino de 4 RM, isso demonstra que a carga absoluta (kg) não foi um determinante primordial da resposta pressórica. Os autores também observaram que na 4ª série, quando o treino de 20 RM foi realizado até a fadiga, o exercício durou 38 segundos e a PA foi significativamente mais elevada que quando comparada à 4ª série do treino de 4 RM, que durou 7,8 segundos. Desta forma, os autores concluíram que a resposta pressórica ao exercício resistido está mais relacionada ao estímulo do tempo, número de repetições, do que com a carga absoluta.

No mesmo estudo de Gjovaag et al. (2016), o débito cardíaco (DC) máximo foi apenas 50% do DC máximo relatado no exercício de *endurance* intensa de curta duração (HELGERUD et al., 2007), e o volume sistólico (VS) mudou muito pouco, com valores similares de VS do estudo de Stebbins, Walsen e Jafarzadeh (2002), contribuindo muito pouco para o aumento do DC. Como a pressão arterial média (PAM) é produto do DC e da resistência periférica total (RPT), o aumento do DC irá consequentemente aumentar a PA. A RPT durante o treino de 20RM foi similar ao treino de 4RM, mas o DC foi 30% maior durante o treino de 20RM, o que explicaria a diferença na PA entre os dois protocolos.

Um aumento da pós-carga (RPT) e diminuição do retorno venoso (RV) poderia explicar o motivo pelo qual alguns estudos observam pouca mudança no volume sistólico após o treino resistido dinâmico (GJOVAAG et al., 2016; LAMOTTE et al., 2009; STTEBINS; WALSER; JAFARZADEH, 2002).

Durante o exercício resistido, maiores valores de FC e PA são obtidos nas últimas repetições de séries realizadas até a fadiga (FLECK; DEAN, 1987), a qual

tem sido contra-indicada como prescrição no trabalho de força com hipertensos (CORNELISSEN; SMART, 2013). Além disso, dentre outros fatores que influenciam o comportamento pressórico, observam-se respostas aumentadas quanto maior for a massa muscular envolvida no exercício (LEWIS et al., 1985).

Especificamente em indivíduos hipertensos, sabe-se que uma das disfunções neurovegetativas da HA é a diminuição da sensibilidade dos reflexos cardiovasculares tais como o reflexo pressorreceptor e cardiopulmonar, que são essenciais para a regulação momento-a-momento da PA (KRIEGER, 1989).

Exemplificando as respostas da PA a curto prazo no estudo de Nery et al. (2010), os autores descreveram as respostas da PA medida de forma intra-arterial, em protocolos de exercício resistido de extensão de joelhos com baixa e alta intensidade realizados em hipertensos e normotensos, ambos até a fadiga. Comparado aos normotensos, os hipertensos apresentaram uma elevação significativamente maior da PA sistólica durante o protocolo de alta intensidade (80% de 1RM). O mesmo aconteceu mediante o protocolo de baixa intensidade (40% de 1RM). Em ambos os protocolos, a PA sistólica retornou aos valores de repouso entre as séries no grupo de normotensos. Entretanto, nos hipertensos, a PA permaneceu elevada no protocolo de 40% de 1RM. Referente à PA diastólica, nos períodos de intervalo entre as séries, os valores voltaram aos de repouso nos hipertensos, enquanto nos normotensos os valores diminuíram abaixo dos valores de repouso. Estes resultados mostram que em hipertensos, a recuperação da PA nos períodos de intervalo entre as séries de exercícios resistidos está comprometida. Após uma série de exercício resistido, a hiperemia reativa induzida pelo acúmulo de substâncias vasodilatadoras causa a diminuição da PA. Os resultados deste estudo sugerem que a HA é acompanhada por uma hiperemia reativa menos eficiente, comprovando que os hipertensos apresentam uma disfunção endotelial.

De acordo com a *American Heart Association*, 2013, valores de repouso da PAS>200mmHg ou da PAD>110 mmHg são contra-indicação relativa ao exercício, e uma resposta exacerbada ao exercício definida como PAS>250 mmHg ou PAD>115 mmHg, é uma indicação relativa para interromper o exercício (FLETCHER et al., 2013).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2010) recomenda o treino com cargas maiores que 60-80% de 1RM para obter estresse mecânico suficiente e maximizar as adaptações musculares. Entretanto indivíduos idosos, atletas e pacientes em reabilitação (LOENNEKE et al., 2011) além de pacientes cardíacos (LOENNEKE; PUJOL, 2009), são incapazes de sustentar alto estresse mecânico em suas articulações durante exercício resistido de alta intensidade.

Embora os efeitos benéficos do exercício resistido sobre a função musculoesquelética tenham sido bem documentados, o aumento da PA durante o exercício resistido em idosos hipertensos e outras formas de doenças cardiovasculares é ainda problemático (HEFFERNAN et al., 2008). Por isso, faz-se necessária a formulação de uma proposta alternativa de treino objetivando a hipertrofia e aumento da força muscular, porém sem os efeitos prejudiciais da função cardíaca em hipertensos.

Especificamente na população hipertensa e com doença arterial periférica, os exercícios resistidos com alta intensidade são prescritos com precaução devido ao aumento notável da PAS e da PAD durante o exercício (DOWNS et al., 2014). Portanto, profissionais tem procurado alternativas com treinos de intensidades menores.

Sobre as respostas cardiovasculares, sabe-se que a RFS altera o débito cardíaco durante os exercícios resistidos (TAKANO et al., 2005). Devido ao aumento da resistência vascular periférica e diminuição do retorno venoso, gerados pela pressão aplicada pelo *cuff* inflado na porção proximal dos membros, há uma indução a um acúmulo de sangue nos membros devido à oclusão do fluxo venoso (KUMAGAI et al., 2012), diminuição do retorno venoso ao coração e do volume de ejeção com consequente aumento da frequência cardíaca para manter o débito cardíaco. Devido à associação direta entre frequência cardíaca, débito cardíaco e PA, o treino com RFS pode provocar maiores modificações na PA quando comparado com treinos tradicionais (OZAKI et al., 2010; RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010).

Referente às respostas hemodinâmicas no exercício resistido com RFS, Downs et al. (2014) submeteram jovens saudáveis ao *leg-press* unilateral com duas diferentes pressões de oclusão (1,3 do valor de PAS e 1,3 do valor de PAD) e

verificaram que ambas causaram dilatação venosa significativa distalmente ao *cuff* inflado indicando que o retorno venoso das artérias femoral e poplítea estavam reduzidas pela pressão do *cuff*, fato este que poderia afetar a pré-carga e conseqüentemente, o volume sistólico. Os autores ainda discutem que, possivelmente, a ativação dos metaborreceptores musculares tenha provocado tanto um aumento na contratilidade ventricular, quanto um aumento da mobilização do fluxo sanguíneo central, fatos estes que permitiram que o volume sistólico e o débito cardíaco fossem mantidos nos níveis de repouso ou um pouco acima em condições de RFS.

Sobre a permanência em isquemia, a amostra deste estudo permaneceu 6 minutos em isquemia no protocolo de RFS a 1,3 da PAS e 9 minutos no protocolo de RFS a 1,3 da PAD. Nenhum efeito relacionado à isquemia foi observado além de dormência e formigamento nos membros, que cessou imediatamente com a desinsuflação do *cuff*.

Referente ao nível de disponibilidade de oxigênio para o músculo sabe-se, que o fluxo arterial sanguíneo está altamente correlacionado com perfusão, indicando que mudanças no fluxo sanguíneo podem estimar uma mudança relativa na disponibilidade de oxigênio para a musculatura em questão (BOUSHEL et al., 2000; HABAZZETTL et al., 2010). Em estudo analisando o exercício resistido com e sem RFS, observou-se diminuição de 50% da saturação de oxigênio nas condições com RFS, de 35% em exercícios resistidos de baixa intensidade (20% de 1RM) e de 20% de diminuição da saturação de oxigênio em exercícios de alta intensidade (80% de 1RM). No final dos 90 segundos de repouso, após a finalização das séries, a saturação de oxigênio retornou aos níveis prévios nas condições sem o uso do *cuff* de pressão, mas não houve recuperação total nas condições onde a RFS foi aplicada. Este fato sugere que a disponibilidade de oxigênio é um fator limitante na habilidade de realizar múltiplas séries com RFS (DOWNS et al., 2014). Os autores verificaram que durante exercício no *leg-press*, a disponibilidade de oxigênio já havia quase exaurido durante a primeira série de exercício e repouso de 90 segundos na condição de RFS, e que as próximas séries ocorriam em uma condição de baixa disponibilidade de oxigênio. Por outro lado, nas condições de baixa e alta

intensidade sem RFS, a saturação de oxigênio era baixa durante o exercício e voltava próximo aos valores de repouso antes do início da próxima série.

Os autores previamente citados ainda ressaltam que o exercício de baixa intensidade e a RFS sozinhos, não são suficientes para gerar um estímulo hipertrófico potente, sendo necessário um equilíbrio entre o total do trabalho muscular realizado e o nível de isquemia ótimo para induzir a hipertrofia, equilíbrio este que precisa ser mais claramente definido (DOWNS et al., 2014).

Exercícios resistidos dinâmicos não causam isquemia do miocárdio ou arritmias em pacientes com função do ventrículo esquerdo normal, possivelmente, pois a elevação da PAD e a diminuição do retorno venoso estão associadas a um padrão de fluxo sanguíneo que favorece a circulação coronária (FRANKLIN et al., 1991). No protocolo com RFS, faz-se necessário avaliar as respostas cardiovasculares em populações especiais, por exemplo em hipertensos, pois sabe-se que esta população apresenta uma resposta exagerada da PA ao exercício resistido e à isquemia, provavelmente por um aumento da ativação dos metaborreceptores (CHOI et al., 2013).

Mesmo com um *cuff* de pressão padronizado, a magnitude da redução do fluxo sanguíneo, e conseqüente disponibilidade de oxigênio para o músculo ativo, varia entre indivíduos devido a diversos fatores incluindo largura do *cuff*, massa muscular, espessura da camada de tecido mole localizada entre o *cuff* e os vasos, já que a pressão efetiva aplicada aos vasos sanguíneos é menor que a pressão externa gerada pelo *cuff* inflado, além das diferenças cardiovasculares sistêmicas tais como pressão arterial, frequência cardíaca e volume sistólico (SHAW; MURRAY, 1982).

Sobre largura do *cuff* associada ao nível de desconforto e relação com respostas cardiovasculares, Rossow et al. (2012), estudaram o exercício resistido de extensão de joelhos, de baixa intensidade (20% de 1RM) com RFS de duas formas. Utilizaram um *cuff* elástico mais estreito (5 cm) e um *cuff* não elástico de 13,5 cm. Foi verificado que os *cuffs* mais largos induziam maior grau de dor e de esforço, além de maior elevação da FC e da PA braquial e central. Estas respostas foram verificadas apesar deste protocolo ser composto por um volume de trabalho menor

que o protocolo com o *cuff* mais estreito, demonstrando assim que a largura do *cuff* irá afetar grandemente as respostas cardiovasculares e de percepção ao exercício resistido, sendo um item importante a ser considerado no delineamento metodológico do estudo.

3.3 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E SUA RELAÇÃO COM O EXERCÍCIO RESISTIDO COM RFS

De acordo com Gandevia e Hobbs (1990) e Williamson et al. (2001), a percepção subjetiva de esforço (PSE) reflete a magnitude do comando central, sendo portanto um determinante já bem estabelecido. Gunnar Borg definiu a percepção de esforço como “a sensação de quão pesado e extenuante é a tarefa física” (BORG, 1998). Também já é bem conhecida a eficácia da escala de Borg para identificar a PSE (ESTON, 2012), sendo evidenciado uma relação linear entre esta escala e algumas medidas fisiológicas (VO_2 , lactato e FC) durante o exercício aeróbio ou na execução do treino de força (ZAMUNÉR et al., 2011). Adicionalmente, autores afirmam que a escala de Borg é válida e confiável para monitorar a carga interna do treino (DAY et al., 2004; HERMAN et al., 2006). Existem escalas alternativas para mensurar a percepção de esforço como por exemplo a escala OMNI (proveniente da palavra *omnibus*) para diferentes tipos de exercício. Na presente tese, utilizou-se a escala de OMNI específica para exercício resistido (ROBERTSON et al., 2003), a qual foi validada com a escala de Borg apresentando alta correlação entre a escala OMNI e a escala de Borg. Os autores também afirmam que a PSE aumenta com o número de repetições realizado durante o exercício resistido dinâmico.

A determinação da carga interna do treino resistido com RFS é relevante para que obtenha-se um melhor controle do estresse fisiológico imposto por este tipo de exercício. Além disso, a avaliação da PSE poderia ser muito útil para expandir o conhecimento sobre o exercício resistido com RFS, pois leva em consideração a percepção individual à carga do treino (VIEIRA et al., 2015).

O impacto da RFS sobre a PSE durante o exercício resistido dinâmico é

pouco conhecido, sendo que a PSE é uma ferramenta importante no treino com RFS pois está correlacionada com mudanças metabólicas durante o exercício.

O acúmulo de metabólitos (por exemplo, o lactato) gera um ambiente mais ácido, o que altera o padrão de recrutamento muscular (MANINI; CLARK, 2009; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000) além de aumentar a pressão arterial via metaborreflexo muscular (ROWELL, 1997). A sensação de dor, ocasionada pela pressão sustentada do manguito e pela acidez metabólica, aumenta a pressão arterial devido ao estímulo no sistema nervoso central (CHALAYE et al., 2013). Nesse contexto, o aumento dos parâmetros cardiovasculares seria estimulado pelas consequências fisiológicas da RFS durante o exercício. No estudo de Pinto e Polito, (2016), não foram realizadas análises químicas, mas a PSE foi significativamente maior durante o exercício com RFS em relação aos demais, o que reforça a condição de a RFS aumentar o desconforto subjetivo.

No estudo de Poton e Polito, (2015), com delineamento muito similar ao de Pinto e Polito, (2016), foi observado que a sessão de baixa intensidade com RFS produziu respostas cardiovasculares significativamente menores que a de alta intensidade sem RFS, mas apresentou valores mais altos de PSE em amostra de jovens normotensos, sendo que a PSE na sessão de baixa intensidade com RFS ($6,6 \pm 1,9$) em relação às sessões de baixa intensidade sem RFS ($1,2 \pm 0,7$) e de moderada intensidade sem RFS ($4,8 \pm 1,5$). Tais resultados sugerem que as características da amostra podem influenciar as respostas cardiovasculares durante o esforço. Ou seja, pessoas hipertensas, mesmo medicadas, seriam mais sensíveis ao aumento cardiovascular durante o exercício resistido realizado com RFS.

Em outro estudo os mesmos autores, Poton e Polito (2016), estudaram 12 homens saudáveis, e compararam as respostas hemodinâmicas durante 3 sessões de exercício resistido no aparelho de extensão unilateral de joelho. Em relação a valores de PSE, a sessão de baixa intensidade com RFS desencadeou maiores valores de PSE ($7,9 \pm 0,3$), quando comparada a de alta intensidade sem RFS ($6,4 \pm 0,4$) e de baixa intensidade ($3,2 \pm 0,4$), possibilitando aos autores afirmar que a sessão de baixa intensidade com RFS levou a valores mais altos de PSE quando comparado às sessões de alta e baixa intensidade e com respostas hemodinâmicas

iguais ou menores que a sessão de alta intensidade. Os autores supracitados ainda afirmam que como a sessão com RFS gerou maiores valores de PSE, esta sessão provocou maiores níveis de fadiga, já que esta escala pode ser considerada um forte indicador de tolerância ao exercício (MORREE; KLEIN; MARCORA, 2012), especialmente em exercícios com RFS, já que este protocolo pode gerar grande desconforto durante a execução (WERNBOM et al., 2006; WERNBOM et al., 2009).

Manini et al. (2012), da mesma forma que Hollander et al. (2010), utilizaram as duas escalas previamente citadas, a de Borg de esforço e a EVA de dor, e não encontraram diferença na PSE entre o protocolo de exercício resistido de baixa intensidade com RFS e o de alta intensidade sem RFS, sendo as respostas similares. Porém, o protocolo com RFS provocou maiores respostas quanto à percepção de dor localizada. Estes resultados sugerem que os receptores de dor são ativados com maior magnitude durante o exercício resistido associado à RFS, quando comparado com exercícios de alta intensidade sem RFS. Mesmo sendo o mecanismo não totalmente entendido, é possível que a diminuição do retorno venoso provocado pela RFS dificulte a remoção dos metabólitos resultando na ativação dos nociceptores, ocasionando maior sensação dolorosa (FREY et al., 2008).

Baseado nas respostas cardiovasculares e de percepção, Rossow et al. (2012), recomendam que futuros estudos ajustem suas pesquisas com RFS baseado no tipo de *cuff*, já que observaram ser mais seguro utilizar *cuffs* mais largos e não-elásticos com pressões mais baixas, não devendo, portanto, basear os valores de pressão, em estudos prévios que utilizaram *cuffs* mais estreitos e de material elástico.

Vieira et al. (2015), compararam as respostas de PSE, mediante protocolos de exercício resistido de flexão unilateral de cotovelo até a fadiga concêntrica, em 13 jovens treinados, a 80% de 1RM *versus* 50% de 1RM com RFS e verificaram que apesar do maior volume de treino realizado durante o exercício de alta intensidade, o valor de PSE foi maior no exercício de baixa intensidade com RFS (9 *versus* 6). No entanto, a concentração de lactato sanguíneo foi similar entre os protocolos, ao final da sessão de exercício.

Os autores previamente citados consideram este resultado de grande relevância, pois muitos profissionais da educação física fazem a prescrição e periodização dos treinos de resistência baseados na carga de treino externa (volume e intensidade) e não sobre o estresse fisiológico imposto pela carga interna de treino (LAMBERT; BORRESEN, 2010). Portanto, os resultados deste estudo demonstram que esta prática pode não ser a mais adequada em treinos resistidos associados à RFS.

A escala de PSE, que era tradicionalmente usada para quantificar o estresse fisiológico imposto pelo treino aeróbio, também passou a ser utilizada em exercícios resistidos (DAY et al., 2004; GEARHART et al., 2002; SWEET et al., 2004) na última década. Estes estudos afirmam que a intensidade (carga) tem uma influência maior que o volume nos valores de PSE durante o treino resistido. Por exemplo, Day et al. (2004) aplicaram a escala para quantificar a intensidade do exercício durante alta (4-5 repetições a 90% de 1RM), moderada (10 repetições a 70% de 1RM) e baixa intensidade (15 repetições a 50% de 1RM) e verificaram que os valores de PSE aumentavam de forma proporcional com o incremento da intensidade, apesar do trabalho total realizado ter sido menor. Contraditoriamente, no estudo de Vieira et al. (2015), mesmo os sujeitos realizando um número máximo de repetições até a fadiga e com trabalho total maior no protocolo de alta intensidade, os valores de PSE foram maiores no protocolo de baixa intensidade com RFS. Uma possível explicação para os resultados de Day et al. (2004), é que os participantes realizaram repetições submáximas durante o protocolo de baixa intensidade (50% de 1RM) e durante o de moderada intensidade (70% de 1RM), enquanto que durante o protocolo de treino de alta intensidade (90% de 1RM), os sujeitos foram até a fadiga.

A esse respeito, Pritchett et al. (2009) compararam os efeitos do exercício resistido até a fadiga com cargas de 60% de 1RM e 90% de 1RM, relacionando com valores de PSE e volume. Os autores verificaram que o grupo de 60% de 1RM apresentou valores de PSE significativamente maiores que o grupo de 90% de 1RM (9 versus 6, respectivamente). Além disso, o trabalho total realizado foi maior para o grupo de 60% de 1RM (17461 Kg) quando comparado ao grupo de alta intensidade (8659 Kg). Os autores concluíram que durante o exercício resistido até a fadiga, o

trabalho total tem influência importante sobre o estresse fisiológico, imposto pela sessão de exercício resistido.

De acordo com Vieira et al. (2015), os dados provenientes de protocolos com RFS são diferentes dos expostos anteriormente, explicado parcialmente pela produção de lactato. Os autores não observaram diferença nos níveis de lactato sanguíneo apesar das diferenças entre trabalho total realizado entre os protocolos (baixa intensidade com RFS, e alta intensidade). Estes dados estão de acordo com estudos pesquisando respostas fisiológicas agudas mediante treinos resistidos com RFS, estudos estes que relatam que o exercício resistido com RFS pode produzir adaptações similares aos treinos resistidos de alta intensidade (SUGA et al., 2012).

Loenneke et al. (2015) compararam exercícios com diferentes níveis de RFS sobre a PSE. Os participantes foram alocados em três grupos experimentais, diferindo por níveis de pressão, carga e/ou volume e os resultados sugerem que protocolos utilizando RFS, a carga parece influenciar mais a PSE do que o nível de pressão da RFS.

Diversos estudos têm observado aumento da PSE em protocolos com exercícios resistidos de baixa intensidade com RFS (LABARBERA et al., 2013; LOENNEKE et al., 2011; LOENNEKE et al., 2014; PINTO; POLITO, 2016; POTION; POLITO, 2015, 2016; ROSSOW et al., 2012; WERNBOM et al., 2009; WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEE, 2006; YASUDA et al., 2010a). Um destes estudos investigou a PSE seguida do exercício resistido com RFS, com duas diferentes pressões de RFS (100 mmHg *versus* 160 mmHg) e comparou estes dois protocolos com o treino de alta intensidade (YASUDA et al., 2010a). O protocolo utilizando 160 mmHg teve um PSE mais alto que o protocolo de 100 mmHg, mas o protocolo de 70% de 1RM, apresentou os valores mais altos dos três. Estes dados corroboram com os de Vieira et al. (2015), sugerindo que a carga possa ser o fator de maior influência sobre a PSE.

No estudo de Loenneke et al. (2014), as respostas de PSE nos protocolos de exercício resistido com RFS utilizando *cuffs* de diferentes materiais, elástico e de *nylon*, não diferiram. O nível médio de PSE (6-20) foi de 18 ao final da última série de exercícios, com os dois tipos de *cuff*. Estes altos valores de percepção subjetiva

são similares aos previamente observados em estudos de *design* metodológico similar (LOENNEKE et al., 2011; LOENNEKE et al., 2013a). Esta resposta elevada de PSE mediante exercícios resistidos com RFS, apesar da baixa carga utilizada, é explicada pela alta intensidade de pressão aplicada à musculatura pelo *cuff* inflado (LOENNEKE et al., 2013a).

A respeito do nível de desconforto, existem vários estudos pesquisando o exercício com e sem RFS (HOLLANDER et al., 2010; LABARBERA et al., 2013; LOENNEKE et al., 2011; LOENNEKE et al., 2013a; LOENNEKE, et al., 2014; ROSSOW et al., 2012; WERNBOM et al., 2009), e a maioria deles sugere que os níveis de desconforto são similares em protocolos com e sem RFS, quando o exercício chega até a fadiga. Entretanto, os valores podem ser maiores quanto comparados com protocolos de alta intensidade sem alcançar a fadiga como no estudo de Vieira et al. (2015), ou quando comparado com um protocolo sem RFS com o mesmo número de repetições (LOENNEKE et al., 2013a).

Loenneke et al. (2016b), pesquisaram níveis de PSE e desconforto mediante protocolos variando de 40 a 90% de oclusão arterial total a 30% de 1RM. Este estudo foi motivado após recentes achados afirmando que 40% de pressão de oclusão possa ser suficiente para a adaptação muscular (COUNTS et al., 2016), entretanto até o presente momento é desconhecido se altas pressões de oclusão (pressão de oclusão arterial completa ou próxima a este valor) são necessárias para que ocorram adaptações vasculares com este tipo de exercício (FAHS et al., 2012a; SHIMIZU et al., 2016). Para tanto, Loenneke et al. (2016b), estudaram a flexão de cotovelo unilateral com seis pressões de oclusão variando de 40 a 90% da oclusão arterial completa a 30% de 1RM. Até o presente momento é desconhecido o fato de altas pressões de oclusão serem necessárias para desencadear adaptações ótimas no músculo esquelético, mas de acordo com os resultados dos autores, tanto a PSE quanto níveis de desconforto não foram um fator limitante na aplicação de altas pressões de compressão. Vale ressaltar, que o estudo de Loenneke et al. (2016b) foi conduzido com voluntários saudáveis e ativos e não mensurou as variáveis cardiovasculares e hemodinâmicas.

3.4 MEDIDAS DE LACTATO DURANTE O EXERCÍCIO RESISTIDO COM RFS

Nos protocolos de alta intensidade ocorrerá o predomínio do metabolismo anaeróbio e recrutamento de fibras musculares esqueléticas glicolíticas (ou tipo II) por meio da hidrólise incompleta da glicose, acarretando a síntese de lactato (LA) (POWERS; HOWLEY, 2009). Como já foi mencionado anteriormente, no exercício resistido de baixa intensidade com RFS, são recrutadas, predominantemente, fibras do tipo II (TAKARADA et al., 2000b) devido à hipóxia gerada no compartimento intramuscular tornando o meio mais ácido.

Dentre algumas respostas fisiológicas provocadas pelo exercício físico, o LA tem sido apontado como um dos principais marcadores para o aparecimento da fadiga muscular esquelética (WESTERBLAD et al., 2002). Kraemer et al. (1990), relatam que períodos curtos de recuperação (um minuto ou menos) contribuem para que haja uma elevação significativa das concentrações de LA, quando comparados a períodos de intervalos mais longos. Períodos de recuperação mais longos seriam suficientes para promover a recuperação da fosfocreatina, o que levaria a uma menor glicogenólise e, conseqüentemente, menores valores de LA (POWERS; HOWLEY, 2009).

Quando a taxa de hidrólise de ATP, imposta pela intensidade do exercício é maior do que a taxa de produção de ATP, o acúmulo de prótons (H^+) aumenta a acidez intramuscular e a concentração de LA serve como uma boa medida indireta da demanda metabólica (POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013). A alta concentração de prótons no compartimento intramuscular pode inibir a liberação de Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático, reduzindo a contração muscular, manifestada pela fadiga muscular periférica (FAVERO et al., 1997).

A acidose induzida pelo treino com RFS parece ser mais efetivo quando realizado em membros inferiores devido ao grupamento muscular ser maior. Por exemplo, o bíceps braquial tem a área de secção transversa muito menor que o quadríceps, e o estresse metabólico induzido pela RFS em grupos musculares menores seria menos difundido e poderia atenuar de forma importante as respostas do LA ao trabalho muscular (REEVES, et al., 2006).

O estresse metabólico manifestado pela diminuição de ATP, depleção de fosfocreatina, aumento do fosfato inorgânico, diminuição do pH intramuscular e acúmulo de LA tem sido sugerido como um dos principais estímulos das adaptações fisiológicas (GOTO et al., 2005; KRAEMER et al., 1990). Estudos tem encontrado que o ambiente intramuscular com isquemia (TAKANO et al., 2005) associado a protocolos com RFS induzem a uma maior taxa de hidrólise de ATP, depleção de fosfocreatina (SUGA et al., 2012), diminuição do pH (SUGA et al., 2010; SUGA et al., 2012) e aumento da resposta do LA (FUJITA et al.; 2008; PIERCE et al., 2006; REEVES et al., 2006; TAKANO et al., 2005; TAKARADA et al., 2000a). Suga et al. (2010), encontraram maior estresse metabólico durante exercício resistido de baixa intensidade (20% de 1RM) com RFS, utilizando um *cuff* de largura de 18,5cm quando comparado ao exercício resistido de baixa intensidade (20% de 1RM) sem RFS. Entretanto, a taxa de estresse metabólico foi significativamente menor quando comparada ao protocolo de alta intensidade sem RFS (65% de 1RM). Contudo, é importante salientar que os autores utilizaram um protocolo de série única de repetições até a fadiga muscular. Em outro estudo, Suga et al. (2012), avaliaram a resposta aguda de múltiplas séries sobre o estresse metabólico intramuscular durante duas sessões de exercício de flexão plantar (20% de 1RM; 3 séries de 30 repetições e 1 minuto de intervalo entre as séries) em duas condições diferentes de RFS (intermitente, pressão do *cuff* liberada durante os intervalos de repouso entre as séries e contínua, pressão mantida durante o exercício e intervalos e liberada apenas após terminada a última série). Foi concluído, que apenas o protocolo com RFS com pressão mantida, provocou estresse metabólico similar ao exercício resistido de alta intensidade sem RFS.

Correlacionando variáveis cardiovasculares com o acúmulo de LA durante exercício resistido com e sem RFS, Poton e Polito (2016), observaram que a sessão de baixa intensidade com RFS ($4,2 \pm 0,2$ mmol) desencadeou valores similares de LA sanguíneo à sessão de alta intensidade ($4,1 \pm 0,3$ mmol). Sabe-se que o compartimento muscular mais ácido, aumenta a PA via metaborreflexo muscular (ROWELL, 1997). Uma possível explicação para as concentrações de LA da sessão com RFS serem similares à sessão de alta intensidade é que a RFS, quando

associada ao exercício, aumenta de forma significativa a concentração metabólica (SUGA et al., 2009), ou seja, com o acúmulo de LA e consequente compartimento intramuscular mais ácido ocorre a mudança do padrão de recrutamento muscular (MANINI; CLARK, 2009; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000). Além disso, o acúmulo de LA durante o exercício resistido com RFS pode ser um poderoso estímulo para a liberação do GH e consequente hipertrofia muscular (TAKARADA et al., 2002). Desta forma, a resposta fisiológica crônica do acúmulo de LA, pode beneficiar populações que não são capazes de exercitarem-se com altas intensidades (POTON; POLITO, 2016).

O estudo de Hollander et al. (2010), correlacionou uma variável cardiovascular, a FC, com os níveis de LA, em estudo utilizando o exercício resistido com e sem RFS e verificaram que apesar da FC ter aumentado mais na sessão de baixa intensidade com RFS, os níveis de LA foram similares entre as sessões de baixa intensidade com RFS e moderada intensidade sem RFS, dados que corroboram com os de Reeves et al. (2006).

No estudo de Takano et al. (2005), foram investigadas as respostas hemodinâmicas e os níveis de LA em onze homens não treinados, submetidos ao exercício de baixa intensidade (20% de 1RM) com RFS e sem RFS (controle), no exercício de extensão de joelhos bilateral. A RFS diminuiu cerca de 30% o fluxo arterial comparado com o controle. Sobre as repostas cardiovasculares, a FC máxima e a PA foram mais elevadas na sessão com RFS do que na sessão sem RFS, o volume sistólico foi menor devido à diminuição do RV e a RPT, não apresentou mudança significativa. Sobre os níveis de LA, ocorreu o aumento nos protocolos de exercício com e sem a RFS, porém o aumento foi muito maior com a RFS. Portanto, os autores discutem que o aumento da PA foi dependente do aumento do DC, devido ao aumento significativo da FC, mas não do volume sistólico. A diminuição do RV no exercício com RFS pode reduzir a pré-carga cardíaca durante o exercício, o que pode ser útil na reabilitação de cardiopatas.

Manini et al. (2012), estudaram jovens e idosos do sexo masculino, submetidos a dois protocolos de exercício resistido de extensão bilateral de joelhos, a 20% de 1RM com RFS e a 80% de 1RM sem RFS. Os níveis de GH e o LA foram

medidos antes e após os protocolos e foi verificado que as concentrações de LA correlacionaram-se com as do GH. Além disso, os autores não encontraram diferenças claras entre os protocolos de exercício, e entre o grupo de jovens e o de idosos que pudessem explicar o pico de resposta do GH. É sabido que o volume de exercício influencia a resposta do GH, porém os autores acham improvável que as diferenças no volume do exercício influenciaram as resposta do GH em idosos, pois a quantidade do trabalho mecânico realizado não teve relação com a resposta deste hormônio. Portanto os autores sugerem que o volume do exercício e a concentração de LA podem apresentar uma menor influência na secreção do GH seguida de exercício resistido com RFS.

No estudo de Vieira et al. (2015), foram estudados jovens com mais de 2 anos de prática em exercícios resistidos. Os voluntários foram submetidos a dois protocolos de exercício resistido de flexão de cotovelo até a fadiga, sendo um protocolo de alta intensidade (80% de 1RM) e outro de baixa intensidade (50% de 1RM) com RFS. A medida de LA foi realizada três minutos após a finalização das sessões de exercício. Os autores observaram que independentemente do maior volume de trabalho realizado no protocolo de exercício resistido de alta intensidade, as concentrações de LA foram similares em ambos os protocolos ao final da sessão. Com resultados similares, Suga et al. (2012), investigaram o estresse metabólico intramuscular mediante exercício resistido de baixa intensidade com RFS (20% de 1RM) e moderada intensidade (65% de 1RM) sem RFS em jovens saudáveis que realizaram a flexão plantar unilateral (3 séries de 30 repetições) com 1 minuto de intervalo entre as sessões. Os autores relatam que mudanças nos metabólitos intramuscular e no pH durante o exercício resistido de baixa intensidade com RFS foram similares aos do protocolo de moderada intensidade.

Yasuda et al. (2010a) estudaram o efeito do exercício resistido de baixa intensidade com RFS em jovens saudáveis, com pressão de RFS a 100mmHg e a 160mmHg, e uma situação controle de exercício de baixa intensidade sem RFS, sobre o fluxo sanguíneo do membro e no acúmulo de metabólitos. Flexão de cotovelo unilateral foi realizada a 20% de 1RM (75 repetições, 4 séries, intervalos de 30 segundos). Foi constatado mudança no pH venoso e na concentração de LA

venoso, sendo ambos maiores com a RFS de 160 mmHg, quando comparado com 100 mmHg e/ou sem RFS. Estes dados são similares ao de outro estudo (TAKARADA et al., 2000) que sugere que quanto maior a compressão externa, maiores serão os níveis de LA.

Reeves et al. (2006) compararam as respostas do LA mediante exercício resistido com RFS, e com exercício resistido moderado sem RFS, além de comparar com a situação controle sem exercício, mas somente com RFS. Em concordância com a hipótese inicial, os autores obtiveram respostas similares da concentração de LA entre os protocolos de baixa intensidade com RFS e o exercício de moderada intensidade sem RFS, indicando a presença de estresse metabólico similar em ambos os protocolos. Os autores também pontuaram que na sessão controle, onde foi realizada RFS sem o exercício, não houve mudança da concentração de LA em nenhum momento da sessão. Antes do estudo, os autores acharam que a aplicação da oclusão vascular parcial limitaria a remoção do LA, provocando assim uma concentração aumentada de LA plasmático, quando comparada à concentração de LA antes da aplicação do *cuff* de RFS, mas isso não foi observado nesta sessão controle.

4 RESULTADOS

4.1 ESTUDO 1

Respostas hemodinâmicas ao exercício resistido com restrição de fluxo sanguíneo em hipertensas - (Anexo D).

PINTO, R. R.; POLITO, M. D. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 36, n. 5, p. 407-413, 2016.

Resumo

O exercício resistido de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) pode aumentar a força muscular em pessoas com limitações ao exercício resistido convencional com alta carga. Contudo, são poucas as informações sobre as respostas hemodinâmicas durante esse modelo de exercício. O objetivo deste estudo foi comparar o comportamento hemodinâmico durante exercícios resistidos com e sem RFS em mulheres com hipertensão arterial. Doze mulheres hipertensas realizaram aleatoriamente três sessões no exercício *leg-press*: uma sessão com RFS (3 séries; 15 repetições; 20% de 1RM), uma sessão sem RFS (3 séries; 8 repetições; 65% de 1RM) e outra sessão também sem RFS (3 séries; 15 repetições; 20% de 1RM). A RFS foi realizada com dois esfigmomanômetros ajustados nas coxas. Pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC) e resistência periférica total (RPT) foram aferidas por medidas batimento-a-batimento de forma contínua. A sessão com RFS mostrou valores mais elevados que a sessão de 20% de 1RM em todas as séries para as variáveis PAS, PAD, DC e RPT; e para a 2ª e a 3ª série da variável FC. A sessão com RFS também mostrou valores mais elevados em relação à sessão de 65% de 1RM para as 2ª e 3ª série nas variáveis PAS, PAD e FC e nas três séries para as variáveis DC e RPT. Conclusão: O exercício resistido de baixa carga com RFS pode desencadear maiores valores hemodinâmicos e cardiovasculares que o exercício convencional com alta intensidade em mulheres hipertensas.

Palavras-chave: Força muscular. Sistema cardiovascular. Treino Kaatsu. Pressão arterial. Treino resistido.

4.1.1 Introdução

Recomenda-se o treinamento resistido com carga de aproximadamente 70% de uma repetição máxima (1RM) para estimular a hipertrofia muscular em adultos (RATAMESS et al., 2009). Entretanto, indivíduos idosos e pacientes em reabilitação podem não conseguir sustentar altas cargas em suas articulações durante o exercício resistido de alta intensidade (POPE; WILLIARDSON; SCHOENFELD, 2013). Além disso, em pacientes com doença cardíaca ou hipertensão, há sobrecarga do sistema cardiovascular quando se realiza o exercício resistido com cargas elevadas (NERY, et. al., 2010).

Uma estratégia para possibilitar o treinamento visando a hipertrofia ou força muscular em pessoas com limitações à prática do treinamento convencional é o treino com intensidades baixas em combinação com a restrição do fluxo sanguíneo (RFS). A RFS é possibilitada por meio de compressão vascular mantida, a qual diminui o fluxo de sangue ao músculo durante o esforço (ABE et al., 2012). A RFS durante o esforço reduz a oxigenação intramuscular, aumenta a concentração de metabólitos e ocasiona alta acidose metabólica (WERNBOM; AUGUSTSSON; THOME, 2006).

O conjunto dessas modificações fisiológicas resulta em aumento da liberação do hormônio do crescimento (TAKANO et al., 2005). Nesse sentido, um estudo com jovens saudáveis mostrou que exercícios resistidos com intensidade de 20% de 1RM e RFS aumentou cerca de três vezes os níveis de concentração do hormônio de crescimento em relação a exercícios tradicionais (80% de 1RM e sem RFS) (TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000).

Independentemente da possibilidade sobre o ganho de força e hipertrofia muscular com o exercício resistido associado a RFS, ainda é pouco conhecido o efeito desse tipo de esforço sobre respostas agudas, principalmente as cardiovasculares. Um recente estudo identificou aumento das respostas cardiovasculares durante o exercício resistido com RFS (30% 1RM; rosca bíceps; 3 min de duração) em relação ao mesmo exercício sem RFS, realizado por amostra adulta jovem e idosa (VIEIRA et al., 2013). Contudo, os autores não incluíram o

exercício resistido tradicional (maior carga sem RFS), o que permitiria maior inferência sobre os modelos de exercício destinados à força/hipertrofia.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar o comportamento hemodinâmico durante o exercício resistido realizado com RFS (baixa intensidade) e comparar com o exercício resistido sem RFS (alta intensidade) em mulheres com hipertensão arterial.

4.1.2 Métodos

Amostra

Participaram 12 mulheres sedentárias (Tabela 3) com diagnóstico clínico de hipertensão arterial e estratificação de médio risco, previamente avaliadas por cardiologista. A amostra foi voluntária e assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A), após serem informadas sobre a proposta do estudo e procedimentos as quais seriam submetidas. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em seres humanos da Universidade Estadual de Londrina sob o número 169/2013 (Anexo B).

Foram adotados como critérios de inclusão: hipertensão arterial diagnosticada e estável, liberação médica para programas de treinamento físico e ausência de modificação na medicação nas últimas quatro semanas. Os critérios de exclusão foram: pressão arterial de repouso igual ou superior a 160/100 mmHg, insuficiência cardíaca congestiva, doença cardíaca isquêmica, uso regular de nitrato, uso de suplementação hormonal, tabagismo atual, problemas locomotores limitantes ao exercício e estar previamente envolvida em programas de treinamento físico.

Nos dias de coleta de dados, a amostra foi orientada a comparecer no local do estudo duas horas após a última refeição, não ingerir bebidas alcoólicas, não consumir produtos com cafeína e não realizar atividades físicas extenuantes nas últimas 48 h. A coleta de dados ocorreu entre 14:00 e 16:00 h.

Tabela 3 - Características gerais da amostra

Variáveis	Amostra (n=12)
Idade (anos)	57±7
Peso (kg)	70±13
Altura (cm)	158±0,05
Índice de massa corporal (kg.m ⁻²)	27,7±4,3
Pressão arterial sistólica de repouso (mmHg)	128,7±11,3
Pressão arterial diastólica de repouso (mmHg)	77±9,7
Frequência cardíaca de repouso (bpm)	76,6±9,7
Carga máxima (kg)	105±43
Valor de restrição de fluxo sanguíneo (mmHg)	195,8±19,7
Uso de fármacos	
Antagonista dos receptores de angiotensina II	8
Inibidores da enzima conversora da angiotensina	4

Fonte: Da Autora.

Delineamento experimental

O estudo foi constituído por quatro visitas ao laboratório, com intervalo mínimo de 48 h. Na primeira visita, foram medidos: pressão arterial de repouso, valor de restrição do fluxo sanguíneo, peso corporal e estatura.

A partir das medidas de peso e estatura foi calculado o índice de massa corporal. Na segunda visita foi realizado o teste de 1RM, após as participantes realizarem 10 repetições do exercício sem nenhuma carga. As demais visitas foram aleatorizadas para a realização de uma sessão de exercício resistido com intensidade de 65% 1RM, uma sessão de exercício de 20% 1RM e uma sessão de exercício de 20% 1RM com RFS. A sessão de 65% 1RM foi composta por 3 séries de oito repetições com 60 segundos de intervalo entre as séries; a sessão de 20% 1RM foi composta por 3 séries de 15 repetições com 30 segundos entre as séries. Durante a sessão de exercício com RFS, ambos os *cuffs* foram posicionados nas

coxas e inflados simultaneamente até a pressão obtida previamente pelo aparelho *Doppler*, antes de iniciar a primeira série. Os *cuffs* foram desinsuflados imediatamente após o término da última série. As respostas hemodinâmicas foram medidas durante todas as sessões de exercício utilizando um equipamento não invasivo, com medidas batimento a batimento.

Medida da pressão arterial em repouso

Para a medida da pressão arterial na primeira visita da amostra, utilizou-se um equipamento automático (OMROM, HEM-742, Bannockburn, EUA). Após 10 min em repouso em uma posição confortavelmente sentada, foram realizadas três medidas consecutivas no braço esquerdo com um minuto de intervalo entre as medidas. A medida de repouso foi considerada a média das últimas duas medidas. Em nenhum dos casos ocorreu diferença maior que 4 mmHg entre cada medida.

Restrição do fluxo sanguíneo

Foi utilizado um aparelho *doppler* vascular (Martec DV600, São Paulo, Brasil) posicionado na porção posterior do maléolo medial sobre os ramos da artéria tibial para identificar o fluxo de sangue nos membros inferiores. Um manguito de coxa de obeso (largura de 18 cm; comprimento de 90 cm) foi posicionado em cada coxa da amostra abaixo da prega inguinal. O manguito foi inflado até a interrupção do som emitido pelo aparelho *doppler*. O ponto de interrupção do som foi considerado como valor de restrição de fluxo sanguíneo e utilizado nos dias de exercício com RFS.

Teste de uma repetição máxima

Após aquecimento de 10 repetições no aparelho *leg press* sem carga, as participantes foram submetidas ao teste de 1RM. As voluntárias foram orientadas e estimuladas a completar duas repetições. De acordo com o desempenho no teste a carga foi ajustada para que permitisse a realização de somente uma repetição. Para

tal, foram permitidas até cinco tentativas, com intervalo de pelo menos três minutos. A amostra foi orientada a não realizar manobra de Valsalva durante o esforço.

Protocolo de exercício

O protocolo de exercício com 65% de 1RM foi composto por três séries de oito repetições e 60 s de intervalo entre as séries. Os protocolos com 20% de 1RM foram compostos por três séries, 15 repetições e 30 s de intervalo entre as séries. Durante a RFS, antes da primeira série os manguitos de coxa foram simultaneamente inflados e mantidos no ponto de restrição previamente obtido pelo aparelho *doppler*. Os manguitos somente foram desinflados imediatamente após o término da última série.

Mensuração da Pressão arterial e variáveis cardiovasculares

Nos dias de exercício, a pressão arterial foi monitorada de maneira contínua e não invasiva pelo Finometer, aparelho de fotopletagemografia digital (Finometer®PRO, Finapres Medical System, Holanda). Um *cuff* foi posicionado no dedo médio da mão esquerda e o braço esquerdo manteve-se relaxado e apoiado em uma superfície plana ao lado do *leg-press*. As variáveis analisadas foram pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC) e resistência periférica total (RPT). Os dados foram transmitidos a um computador portátil e analisados pelo *software Beatscope Easy*® (Finapres Medical System, Netherlands).

Percepção subjetiva de esforço

Após cada sessão de exercício, a amostra foi solicitada a atribuir um valor à escala subjetiva de esforço (escala CR-10) (BORG, 1998). Para tal, a amostra foi inicialmente adaptada à escala durante os procedimentos de teste de carga máxima, na primeira visita.

Análise estatística

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Primeiramente, a distribuição Gaussiana foi observada pelo teste de Shapiro Wilk e o teste de Levene para a homogeneidade da variância. Foi aplicada a ANOVA de dois fatores (sessões x séries) com medidas repetidas no segundo fator com a finalidade de comparar a variação da PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT em repouso, durante as séries, durante os intervalos e no fim do exercício entre as três sessões experimentais. A ANOVA para medidas repetidas foi utilizada para verificar as diferenças nos valores da sensação subjetiva de esforço. O teste *post-hoc* de Tukey foi empregado para identificar as diferenças nas situações em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecida ($P \leq 0,05$). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 20 (IBM, Armonk, NY, EUA).

4.1.3 Resultados

Os valores das variáveis cardiovasculares durante o exercício estão descritos na Tabela 4. Houve aumento significativo nas três séries em relação ao repouso para a PAS, PAD, FC e DC em todas as sessões de exercício; e na 2ª e 3ª série também em relação ao repouso para a RPT somente na sessão de 20% de 1RM com RFS. Por outro lado, os valores pós-exercício foram semelhantes ao de repouso. Independentemente do aumento nas séries, o comportamento de série a série foi diferente entre as sessões.

Por exemplo, em relação a PAS, na sessão de 65% de 1RM, não foram identificadas diferenças entre as séries de exercício. Já na sessão sem RFS com 20% de 1RM, houve aumento da 1ª para a 2ª série, enquanto que na sessão com RFS houve aumento significativo da 1ª para a 2ª série e da 2ª para a 3ª série. Para a PAD, houve aumento da 1ª para a 2ª série na sessão com 65% de 1RM.

Nas sessões de 20% de 1RM (com e sem RFS), os aumentos ocorreram da 1ª para a 2ª série e da 2ª para a 3ª série. Em relação a FC, somente foram identificados aumentos da 1ª para a 2ª série na sessão de 20% de 1RM com RFS.

Na RPT, houve aumento apenas da 2ª para a 3ª série na sessão de 20% de 1RM com RFS.

A comparação entre as sessões mostrou aumento significativo em todas as séries da sessão de 20% de 1RM com RFS em relação à sessão de 20% de 1RM para as variáveis PAS, PAD, DC e RPT. Ainda houve diferença significativa entre as mesmas sessões para a 2ª e a 3ª série da FC e no fim do exercício para a PAS.

A comparação entre a sessão de 65% de 1RM e a sessão de 20% de 1RM mostrou apenas diferença na 1ª série para a PAS. Por outro lado, quando comparadas às sessões de 65% de 1RM com 20% de 1RM com RFS, houve diferenças na 2ª e 3ª série para as variáveis PAS, PAD e FC e nas três séries para as variáveis DC e RPT.

A Tabela 5 mostra os valores das variáveis cardiovasculares durante o intervalo de recuperação entre as séries. A comparação foi realizada com os valores de repouso e com os respectivos valores entre as sessões. Nesse contexto, foram identificadas diferenças em relação ao repouso apenas nos intervalos da sessão de 20% de 1RM com RFS para as variáveis PAS, PAD, FC, DC e RPT. Entre as sessões, não foram observadas diferenças entre as duas sessões sem RFS. Em contrapartida, a sessão com RFS exibiu valores mais elevados durante o intervalo que as demais sessões, para as variáveis PAS, PAD, FC e RPT.

A percepção subjetiva esforço foi significativamente maior após a sessão com RFS ($6,7 \pm 2,8$) em relação às sessões de baixa intensidade sem RFS ($3,8 \pm 2,0$) e de alta intensidade sem RFS ($4,8 \pm 1,8$). Não houve diferença significativa entre as séries sem RFS.

Tabela 4 - Valores das respostas hemodinâmicas durante as diferentes sessões de exercício.

SESSÕES		PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)	VS (mL)	DC (L.min ⁻¹)	RPT (mmHg.min .L ⁻¹)
	Pré	146,2±19,6	82,2±12,5	76,0±10,4	0,06±0,015	4,51±1,10	26,22±10,97
20% de 1RM e RFS	1ªsérie	187,4±27,5*	109,8±13,7*	99,6±13,7*	0,05±0,013	5,20±1,26*	29,49±10,47
	2ªsérie	225,0±30,1*†	130,2±16,4*†	114,3±26,2*	0,05±0,015	5,63±1,70*	33,69±11,59*
	3ªsérie	237,2±33,2*‡	139,4±22,2*‡	120,3±21,7*	0,05±0,015	5,36±1,57*	37,22±13,17*
	Fim	154,9±18,4	86,3±10,7	81,0±10,4	0,06±0,014	4,71±1,29	26,63±10,16
	Pré	140,3±18,2	76,9±11,5	75,2±10,3	0,07±0,021	4,79±1,26	23,22±9,54
20% de 1RM	1ªsérie	177,8±26,0*§	98,3±15,2*§	101,8±13,8*	0,07±0,026	6,73±2,24*§	21,98±8,23§
	2ªsérie	194±24,3*§†	108,0±14,3*§†	110,3±19,6*§	0,06±0,019	6,61±1,69*§	22,39±7,34§
	3ªsérie	192,7±24,4*§	109,4±13,5*§‡	105,9±14,1*§	0,06±0,017	6,63±1,69*§	24,68±7,93§
	Fim	143,7±19,8§	78,9±11,7	78,1±10,3	0,06±0,020	4,90±1,31	23,52±9,80
	Pré	145,0±23,8	80,9±16,1	75,3±10,5	0,06±0,019	4,71±1,33	25,04±10,54
65% de 1RM	1ªsérie	184,2±27,0*¶	107,6±20,1*	105,3±17,4*	0,06±0,020	6,52±1,86*#	24,26±10,28#
	2ªsérie	192,8±25,1*#	111,5±17,7*#†	105,2±13,8*#	0,06±0,021	6,44±1,95*#	26,10±10,95#
	3ªsérie	195,7±25,5*#	110,1±18,2*#	108,0±17,5*#	0,06±0,021	6,61±1,81*#	24,65±9,80#
	Fim	147,0±23,1	82,2±16,6	77,6±11,7	0,06±0,019	4,76±1,41	25,29±10,92

Fonte: Da Autora.

PAS=pressão arterial sistólica; PAD=pressão arterial diastólica; FC=frequência cardíaca; VS=volume sistólico; DC=débito cardíaco; RPT=resistência periférica total; (*) Diferença significativa das séries em relação ao repouso, $p<0,05$; (†) Diferença significativa da 1ª para a 2ª série, $p<0,05$; (‡) Diferença significativa da 2ª para a 3ª série, $p<0,05$; (§) Diferença significativa do treino de baixa intensidade com RFS, comparado ao treino de baixa intensidade sem RFS, $p<0,05$; (¶) Diferença significativa do treino de baixa intensidade sem RFS, comparado ao treino de alta intensidade, $p<0,05$; (#) Diferença significativa do treino de baixa intensidade com RFS, comparado ao treino de alta intensidade, $p<0,05$.

Tabela 5 - Valores das respostas hemodinâmicas durante o intervalo de recuperação entre as séries.

SESSÕES		PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)	VS (mL)	DC (L.min ⁻¹)	RPT (mmHg.mi n.L ⁻¹)
20% de 1RM e RFS	Pré-	146,2±19,6	82,2±12,5	76,0±10,4	0,06±0,015	4,51±1,10	26,22±10,97
	1°	168,5±25,1*	89,7±15,0	79,7±11,2	0,05±0,014	4±1,38	35,37±16,13*
	2°	182,1±25,7*	94,6±14,1*	87,1±11,0*	0,04±0,013	3,71±1,31*	40,57±17,92*
20% de 1RM	Pré	140,3±18,2	76,9±11,5	75,2±10,3	0,07±0,021	4,79±1,26	23,22±9,54
	1°	137±21,1†	70,9±09,6†	80,8±07,8	0,06±0,018	4,53±1,36	23,53±9,08†
	2°	142,±18,7†	71,7±08,6†	82,2±09,5	0,06±0,017	4,7±1,84†	22,70±7,73†
65% de 1RM	Pré	145,0±23,8	80,9±16,1	75,3±10,5	0,06±0,019	4,7±1,33‡	25,04±10,54
	1°	144,1±19‡	74,4±13,6‡	76,8±10,5	0,06±0,018	4,5±1,36‡	24,75±9,59‡
	2°	143±22,9‡	73,9±14,7‡	74,0±13,6‡	0,06±0,020	4,13±1,4‡	26,88±9,29‡

Fonte: Da Autora.

PAS=pressão arterial sistólica; PAD=pressão arterial diastólica; FC=frequência cardíaca; VS=volume sistólico; DC=débito cardíaco; RPT=resistência periférica total; (*) Diferença significativa das séries em relação ao repouso, $p<0,05$; (†) Diferença significativa do treino de baixa intensidade com RFS, comparado ao treino de baixa intensidade sem RFS, $p<0,05$; (‡) Diferença significativa do treino de baixa intensidade com RFS, comparado ao treino de alta intensidade, $p<0,05$.

4.1.4 Discussão

Os principais achados do presente estudo foram: 1) o comportamento cardiovascular durante o exercício resistido, independentemente da carga e da RFS, foi mais elevado que o repouso; 2) a RFS proporcionou respostas cardiovasculares mais exacerbadas que os exercícios sem RFS, mesmo com carga mais elevada; 3) a RFS determinou valores cardiovasculares mais elevados durante o intervalo de recuperação entre as séries.

As alterações cardiovasculares durante o exercício resistido são bem estabelecidas. Mesmo com a realização de exercícios com cargas relativamente reduzidas, há um aumento significativo das respostas cardiovasculares durante o esforço (NERY et al., 2010). Alguns dos principais mecanismos que determinam esse comportamento são: aumento da atividade simpática (SEALS, 1993), compressão dos vasos sanguíneos pela musculatura em atividade (PALATINI et al., 1989) e a própria contração isométrica do exercício (MACDOUGALL et al., 1992).

A ação desses mecanismos ainda está atrelada às variações de volume e intensidade do exercício. Nesse sentido, um exercício com carga reduzida e várias repetições pode determinar uma resposta hemodinâmica de esforço semelhante ao mesmo exercício realizado com alta carga e poucas repetições (POLITO et al., 2007). Esse fato pode explicar os valores semelhantes obtidos durante o exercício para as séries sem RFS.

A sessão de 65% de 1RM foi realizada com oito repetições, enquanto que a sessão de 20% de 1RM foi realizada com 15 repetições. Mais ainda, o intervalo de recuperação da sessão de 20% de 1RM foi a metade do intervalo da sessão mais intensa. Como a redução do intervalo de recuperação apresenta relação inversa com os valores de pressão arterial durante o esforço (POLITO; FARINATTI, 2003), a combinação das diferenças de delineamento pode ter ocasionado a ausência de diferença entre essas sessões.

Por outro lado, a utilização da RFS ocasionou maiores valores cardiovasculares que as demais sessões. Uma hipótese pode ser o fato de que a RFS *per se* contribuiria para aumentar a resistência vascular e, conseqüentemente,

a pós-carga cardíaca. No entanto, alguns dados mostram que a RFS isoladamente parece não ser suficiente para estimular um aumento significativo cardiovascular (LOENNEKE et al., 2013a). Por outro lado, associada ao esforço, a RFS aumenta significativamente a concentração metabólica (SUGA et al., 2009) e a sensação de dor (WERNBOM et al., 2009).

O acúmulo de metabólitos (por exemplo, o lactato) gera um ambiente mais ácido, o que altera o padrão de recrutamento muscular (MANINI; CLARK, 2009; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000) além de aumentar a pressão arterial via metaborreflexo muscular (ROWELL, 1997). A sensação de dor, ocasionada pela pressão sustentada do manguito e pela acidez metabólica, aumenta a pressão arterial devido ao estímulo no sistema nervoso central (CHALAYE et al., 2013). Nesse contexto, o aumento cardiovascular seria estimulado pelas consequências fisiológicas da RFS durante o exercício. No presente estudo, não realizamos análises químicas, mas a sensação de esforço foi significativamente maior durante o exercício com RFS em relação aos demais, o que reforça a condição de a RFS aumentar o desconforto.

Em outro experimento do nosso grupo com delineamento muito próximo ao do presente estudo, não verificamos diferenças cardiovasculares entre os exercícios com e sem RFS em amostra normotensa (POTON; POLITO, 2015). Tais resultados sugerem que as características da amostra podem influenciar as respostas cardiovasculares durante o esforço. Ou seja, pessoas hipertensas, mesmo medicadas, seriam mais sensíveis ao aumento cardiovascular durante o exercício resistido realizado com RFS. Não identificamos um estudo que tenha investigado os mecanismos fisiológicos que poderiam diferenciar o comportamento das respostas cardiovasculares de normotensos e hipertensos, durante o exercício resistido. Porém, o estudo de Nery et al. (2010), mostrou que os valores de PAS e PAD foram maiores em hipertensos que normotensos durante um exercício resistido tradicional realizado com 40 e 80% de 1RM. O fato de hipertensos apresentarem maiores valores de pressão arterial comparados ao normotenso durante o exercício resistido pode se relacionar com a maior resposta hemodinâmica durante o estímulo simpático (KAUSHIK et al., 2004). Nesse sentido, o fato de a RFS induzir maior

condição metabólica e sensação de dor, como já descrito, seria uma explicação para tal aumento.

Em parte, essas supostas características do hipertenso também podem auxiliar na explicação, para os maiores valores cardiovasculares durante o intervalo de recuperação entre as séries do exercício com RFS. Nos exercícios sem RFS, os valores cardiovasculares durante o intervalo não se mostraram diferentes em relação ao repouso. Acreditamos que essa informação é importante no contexto prático do modelo de exercício com RFS. Independentemente do que ocorre durante o esforço, o período de recuperação também pode exigir esforço do sistema cardiovascular, como foi identificado nos intervalos do exercício com RFS. Nesse sentido, mesmo após um exercício com uma carga relativamente intensa (65% de 1RM), os valores cardiovasculares se igualaram estatisticamente aos de repouso após 60 s. No caso do exercício com RFS, alguns valores cardiovasculares se mantiveram elevados após 30 s.

O estudo de Nery et al. (2010) também analisou os valores de PAS e PAD durante o intervalo de recuperação. Os autores verificaram que a PAS e a PAD das pessoas com hipertensão arterial levavam mais tempo para se reduzir durante o intervalo em comparação aos normotensos. É possível que hipertensos apresentem algum grau de disfunção endotelial (GUAZZI, 2005), o que justificaria uma queda menos pronunciada dos valores de pressão arterial após um estímulo de alta magnitude considerando a duração do esforço relativamente curta.

Até o momento, o presente estudo parece ser o único que comparou as respostas hemodinâmicas durante o exercício resistido tradicional com o exercício resistido de baixa intensidade com RFS em amostra hipertensa. Independentemente dos resultados aqui apresentados, é importante comentar algumas características metodológicas utilizadas. Por exemplo, utilizamos um manguito de coxa padrão para estimular a RFS. Devido a sua largura, esse manguito pode desencadear maior desconforto que uma cinta inflável de menor espessura (LOENNEKE et al., 2013b). Além disso, as respostas cardiovasculares e hemodinâmicas obtidas pela técnica fotopletimográfica podem não representar os valores reais que seriam medidos de forma direta com cateterismo intra-arterial, que é considerado padrão-ouro para

avaliação da PA. No entanto, o propósito deste estudo não foi estabelecer valores hemodinâmicos de esforço, mas compará-los em diferentes situações de exercício.

4.1.5 Conclusão

O presente estudo mostrou que o exercício resistido de baixa intensidade realizado com RFS pode desencadear maiores respostas hemodinâmicas e cardiovasculares em mulheres hipertensas que o exercício resistido tradicional com alta intensidade, seja durante o esforço quanto durante o intervalo de recuperação. Assim, é imprescindível a realização de novos experimentos que possam adicionar conhecimento nesse campo de investigação.

FINANCIAMENTO

Estudo parcialmente financiado pelo CNPq (bolsa de produtividade em pesquisa – Marcos Doederlein Polito).

4.2 ESTUDO 2

Exercício resistido agudo com restrição do fluxo sanguíneo em mulheres idosas e hipertensas: hemodinâmica, percepção subjetiva do esforço e lactacidemia - (Anexo E).

PINTO, R. R.; KARABULUT, M.; POTON, R.; POLITO, M. D. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical Physiology Functional Imaging*, Oxford, Jun. 2016 10. doi: 10.1111/cpf.12376.

Resumo

Objetivo: comparar as respostas hemodinâmicas durante o exercício resistido (ER) com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) comparado com o exercício resistido de alta intensidade em mulheres idosas e hipertensas. **Métodos:** Dezoito mulheres hipertensas ($67 \pm 1,7$ anos) realizaram três sessões randomizadas: 1) 3 séries; 10 repetições; 20% de 1RM com RFS; 2) 3 séries; 10 repetições; 65% 1RM sem RFS; 3) RFS sem exercício. As sessões de exercícios foram realizadas no aparelho de extensão de joelhos. **Resultados:** A pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS) e débito cardíaco (DC) foram significativamente maiores ($P < 0.05$) em todas as séries das sessões de exercício quando comparada ao controle. Não foi verificada diferença significativa entre as sessões de exercício. Entretanto, a PAS, a PAD e a resistência periférica total foram maiores ($P < 0.05$), e o VS e o DC foram menores ($P < 0.05$) durante os intervalos de repouso nas sessões com RFS. A percepção de esforço foi significativamente maior ($P < 0.01$) na 1ª ($4,8 \pm 0,4$ x $3,1 \pm 0,3$), na 2ª ($7,3 \pm 0,4$ x $5,7 \pm 0,3$) e na 3ª série ($8,6 \pm 0,4$ x $7,5 \pm 0,4$) na sessão do exercício tradicional de alta intensidade quando comparado com a sessão de exercício com RFS. O lactato sanguíneo foi maior ($P < 0.05$) na sessão do exercício tradicional de alta intensidade ($6,2 \pm 0,7$ mmol) quando comparado com a sessão de exercício com RFS ($4,5 \pm 0,4$ mmol). **Conclusão:** Em comparação com o exercício de alta intensidade, o de baixa intensidade com RFS pode levar a: (i) mesmos valores hemodinâmicos durante o exercício; (ii) menores valores de percepção subjetiva do esforço; (iii) lactato sanguíneo mais baixo; (iv) maior demanda hemodinâmica durante os intervalos de repouso.

Palavras-chave: Força muscular. Sistema cardiovascular. Treino Kaatsu. Pressão arterial. Treino resistido.

4.2.1 Introdução

O modelo convencional de treinamento resistido (>70% de uma repetição máxima; 1-RM) é indicado para o desenvolvimento da força muscular e da massa magra em diferentes populações (GARBER et al., 2011). Particularmente, em idosos e sujeitos com hipertensão arterial sistêmica o aumento da força muscular tem se relacionado com a melhora da capacidade funcional (SHARMAN; STOWASSER, 2009; VILLANUEVA et al., 2015) e menor sobrecarga cardiovascular durante esforços cotidianos (SALE et al., 1994).

Todavia, tanto sujeitos hipertensos quanto idosos podem apresentar limitações para a realização desse modelo convencional de treinamento, o qual pode

ocasionar aumento abrupto da pressão arterial durante o esforço (NERY et al., 2010), induzindo ao maior risco de eventos cardíacos para hipertensos (HAYKOWSKY; FINDLAY; IGNASZEWSKI, 1996).

Nesse contexto, um modelo de exercício resistido de baixa intensidade (<20% 1-RM) associado à restrição do fluxo sanguíneo (RFS) tem proporcionado de forma crônica, melhora na força muscular e na massa magra de diferentes populações (LOENNEKE et al., 2012a; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016), bem como menor resposta cardiovascular em comparação ao exercício resistido de alta intensidade em sujeitos saudáveis (POTON; POLITO, 2016). Logo, considerando que a resposta cardiovascular está diretamente relacionada à carga (PALATINI et al., 1989), alguns estudos sugerem que o modelo de RFS pode ser uma alternativa para as populações supracitadas (SCOTT et al., 2015).

Independentemente dos efeitos crônicos do treinamento resistido com RFS sobre a força muscular, alguns efeitos agudos do exercício resistido com RFS ainda são poucos conhecidos, sobretudo, as respostas cardiovasculares as quais ainda não são reportadas de maneira consensual na literatura. Vieira et al. (2013) por exemplo, não encontraram diferenças nas respostas hemodinâmicas de adultos jovens e idosos submetidos ao exercício rosca bíceps com 30% de 1RM com e sem RFS. Porém, nesse estudo a ausência de uma sessão de alta intensidade impossibilita inferir se as respostas cardiovasculares decorrentes da RFS são de menor ou maior magnitude em comparação ao modelo convencional. Diante disso, recentemente Pinto e Polito (2016) verificaram que as respostas cardiovasculares em mulheres hipertensas durante o exercício *leg-press* com RFS (3 séries; 15 repetições; 30 segundos de intervalo entre as séries; 20% 1RM) foram maiores que o mesmo exercício sem RFS de alta intensidade (3 séries; 8 repetições; 60 segundos de intervalo entre séries; 65% 1RM). Estes dados sugerem que o exercício resistido com RFS poderia aumentar as respostas cardiovasculares em hipertensos. Entretanto, algumas questões permanecem sem resposta. Primeiro, 15 repetições foram realizadas na sessão com RFS (quase o dobro do tempo de execução comparado com a sessão sem RFS), e sabe-se que a pressão sanguínea aumenta de acordo com o maior número de repetições, mesmo com cargas baixas (SALE et

al., 1993; POLITO et al., 2007). Segundo, o baixo tempo de intervalo de recuperação entre as séries está associada com alta resposta cardiovascular durante o exercício resistido (CASTINHEIRAS-NETO et al., 2010). Terceiro, os efeitos da RFS de forma isolada (sem exercício) são desconhecidos em hipertensos, assim como seus efeitos sobre a resposta cardiovascular.

Não está claro se as diferenças hemodinâmicas do exercício resistido com e sem RFS são decorrentes da variação do número de repetições e/ou do tempo de intervalo entre as séries. Além disso, a recomendação do treino resistido tradicional para hipertensos é menor em intensidade e volume, quando comparado com recomendações para indivíduos saudáveis (PESCATELLO et al., 2004). Seria importante avaliar os efeitos do treino de baixa intensidade com RFS nas respostas hemodinâmicas, que poderia ser melhor tolerada por populações especiais (como em hipertensos). Neste sentido, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas cardiovasculares durante a RFS isolada sem exercício, e em combinação com exercícios resistidos realizados com diferentes cargas, mas mesmo número de séries, repetições e tempo de intervalo em mulheres idosas com hipertensão arterial sistêmica.

4.2.2 Métodos

Sujeitos

Participaram do presente estudo 18 mulheres com mais de 60 anos, com hipertensão arterial diagnosticada e controlada pela mesma classe de medicamento (antagonistas dos receptores da angiotensina II), sem lesão de órgãos-alvo e sedentárias. A amostra foi previamente submetida a um exame clínico constituído por um eletrocardiograma (repouso e esforço) e a um exame ortopédico para confirmar a liberação para as sessões de exercício. Como critérios de exclusão foram considerados: índice de massa corporal maior que 35 kg.m^{-2} , alterações eletrocardiográficas em repouso ou esforço, problemas osteomioarticulares que impedissem a execução dos exercícios, participação em programas de atividades físicas de lazer por mais de 2 vezes por semana e valores de pressão arterial

sistólica e/ou diastólica iguais ou superiores a 160 e 100 mmHg, respectivamente, antes dos protocolos de exercício.

Todas as voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após ter sido explicado o objetivo e a metodologia envolvidos no estudo. Este foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina sob o número 169/2013.

Durante o estudo, as participantes foram instruídas a se alimentar duas horas antes das sessões de exercício, evitar a ingestão de álcool e cafeína 24 horas antes dos testes, além de evitar exercícios exaustivos por 48 horas antes dos testes. Os testes experimentais aconteceram entre 14 e 16 horas. A tabela 6 ilustra as características gerais da amostra.

Tabela 6 - Características gerais da amostra

Variáveis	Sujeitos (n=18)
Idade (anos)	67.0±1.7
Peso (kg)	73.8±3.3
Altura (cm)	157.4±1.5
Índice de massa corpórea (kg.m ⁻²)	29.5±1.2
PAS de repouso (mmHg)	120.2±3.4
PAD de repouso (mmHg)	69.3±1.8
FC (bpm)	78.4±2.1
1RM (kg)	49.0±2.5
100% da RFS (mmHg)	177.8±5.9
80% da RFS (mmHg)	143.7±4.8
Glicose (mg.dL ⁻¹)	107.9±7.5
Triglicérides (mg.dL ⁻¹)	130.3±17.5
Colesterol total (mg.dL ⁻¹)	183.1±6.5
Colesterol LDL (mg.dL ⁻¹)	99.7±7.9
Colesterol HDL (mg.dL ⁻¹)	66.8±9.7
Drogas	
Antagonista do receptor de Angiotensina II	12
Antagonista do receptor de Angiotensina II + diurético	6
Outras doenças	
Diabetes tipo 2	2
Hipotireoidismo	3
Diabetes tipo 2 + Hipotireoidismo	4

Fonte: Da Autora.

Delineamento Experimental

As voluntárias compareceram em cinco visitas em dias não consecutivos ao laboratório (com intervalos de 48h entre os dias). Nos dois dias iniciais foram realizadas medidas cardiovasculares de repouso (pressão arterial sistólica e diastólica), identificação do valor de RFS, teste e reteste de 1RM (no aparelho de extensora bilateral), familiarização à percepção subjetiva de esforço e adaptação à realização do exercício (com e sem RFS). Para a adaptação ao exercício, foram realizadas 10 repetições sem carga.

Nos demais dias, as voluntárias realizaram três sessões randomizadas (uma sessão controle e duas sessões experimentais). Na sessão controle (CON), a amostra foi posicionada no equipamento de exercício e aplicada a RFS (sem a realização do exercício) durante o mesmo tempo das sessões com exercício. Nas sessões experimentais, foi executado o exercício de extensão bilateral dos joelhos no equipamento cadeira extensora (3 séries; 10 repetições; 1 min de intervalo entre as séries). Em uma das sessões experimentais, o exercício foi realizado com RFS e 20% 1RM (LI-BFR); enquanto que na outra sessão experimental, o exercício foi realizado sem RFS e 65% 1RM (HI-RE). A amplitude de movimento foi visualmente definida com o início a 90° e o final a 180°. Cada fase do movimento (concêntrica e excêntrica) nas sessões experimentais foi realizada com duração de 2 segundos com auxílio de metrônomo, totalizando 4 segundos por repetição, 40 segundos por série e 4 minutos por sessão (somado o tempo de esforço e o intervalo de recuperação). Nesse sentido, o tempo de RFS na sessão controle também foi de 4 minutos. Em todas as sessões, a amostra foi orientada a manter a respiração normal a fim de evitar a manobra de Valsalva. As variáveis hemodinâmicas foram obtidas pelo aparelho de fotopletagem digital não-invasivo e contínuo, durante a sessão controle e as sessões experimentais; o lactato sanguíneo foi obtido antes e 2-3 minutos após cada sessão experimental e controle; e o valor da percepção subjetiva de esforço foi obtido após as sessões experimentais.

Mensuração da Pressão Arterial de Repouso

Foi utilizado o aparelho digital Omron, HEM-742 (Bannockburn, IL, EUA), para medir a PA nas duas primeiras visitas. Após as voluntárias permanecerem sentadas confortavelmente por 10 minutos, a PA foi mensurada por três vezes, de forma consecutiva no braço dominante, com no mínimo 1 minuto de intervalo entre as medidas. A PA de repouso foi considerada a média das 3 medidas. O mesmo avaliador realizou todas as medidas. A medida da PA foi conduzida de acordo com a Associação Americana do Coração (PICKERING et al., 2005).

Teste de 1 Repetição Máxima (1RM)

No primeiro dia de teste, após a medida de pressão arterial de repouso, a amostra foi submetida a um aquecimento no exercício cadeira extensora (TechnogymTM, Rome, Italy) de 10 repetições sem carga no movimento de extensão bilateral dos joelhos. Após 2-3 minutos, a carga foi aumentada e a amostra instruída para a realização de 2 repetições. A carga foi progressivamente aumentada até que a amostra completasse uma repetição, sem conseguir completar a segunda. Foi atribuído um máximo de 5 tentativas com pelo menos 3 minutos de intervalo entre elas. No segundo dia, o mesmo procedimento foi adotado e considerado como 1RM o maior valor obtido em ambos os dias. A amostra foi orientada a não realizar a manobra de Valsalva.

Determinação da Restrição do Fluxo Sanguíneo

No primeiro dia de teste, foi determinado o ponto de RFS. Um manguito (largura = 18 cm; comprimento = 90 cm) foi posicionado em cada coxa da amostra abaixo da prega inguinal. Um aparelho *doppler* vascular (Martec DV600, Ribeirão Preto, SP, Brasil) foi posicionado na porção posterior do maléolo medial sobre os ramos da artéria tibial. Os manguitos foram inflados até a interrupção do som emitido pelo *doppler* e foram registrados os valores da pressão de RFS em mmHg. A pressão do *cuff* usada no exercício com RFS foi estipulada como 80% da pressão

necessária para interrupção total do sangue e foi mantida constante durante todo o período de exercício, incluindo o repouso entre as séries.

Ainda nos dois dias iniciais da coleta de dados, a amostra foi submetida a um protocolo de exercício com RFS sem carga, para finalidade de adaptação ao movimento com os manguitos.

Medidas hemodinâmicas durante sessões de exercícios e sessão controle

As sessões experimentais e controle foram realizadas com monitoramento cardiovascular contínuo e não-invasivo usando um equipamento de fotopletoislografia (Finometer™ PRO, Finapres Medical System, The Netherlands). Penaz (1973) foi o primeiro a descrever esta técnica que é baseada no princípio do clampeamento do volume. Um *cuff* pneumático adaptado é colocado no dedo médio e inflado até o pulso da artéria digital ser percebido. A regulação pneumática é ajustada ao mesmo tempo a um sistema automático que mantém constante o volume da artéria digital por meio de variações proporcionais de pressão do *cuff*, permitindo leitura constante da pressão arterial. Destas leituras, o equipamento usa algoritmos para estimar outras variáveis como FC, VS, DC e RPT. Após o posicionamento das voluntárias no equipamento, um *cuff* foi acoplado no dedo médio da mão esquerda com o braço apoiado e relaxado em uma superfície estável. O equipamento realiza sua própria calibração, e esta rotina foi feita por aproximadamente dez minutos antes das sessões experimentais e controle. As variáveis analisadas foram pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC) e resistência periférica total (RPT). Os valores definidos para essas variáveis foram: 1) maior valor medido durante as séries; 2) valor mínimo durante os intervalos de recuperação; 3) média dos cinco minutos antes do exercício e após o 3º intervalo. Os dados foram transmitidos para um computador portátil usando um software específico (Beatscope Easy™, Finapres Medical System, Netherlands).

Lactato Sanguíneo

O lactato sanguíneo foi obtido antes e 2-3 minutos após cada sessão experimental e controle. Antes de cada coleta sanguínea foi realizada assepsia com álcool 70%, na falange distal do dedo médio da mão direita. A punção foi realizada com lancetas descartáveis, sendo usada uma gota de sangue aplicada em uma área específica de uma tira de lactato e analisada por uma lactímetro portátil (Roche™ Accutrend Plus, USA).

Percepção Subjetiva de Esforço

Após cada série das sessões de exercício, foi pedido para cada voluntária graduar sua percepção subjetiva de esforço (escala CR-10) (BORG, 1998). As voluntárias foram instruídas previamente sobre o uso desta escala durante as duas primeiras visitas.

Análise estatística

Os dados foram apresentados como média e erro padrão. Inicialmente, a distribuição Gaussiana foi avaliada pelo teste de Shapiro Wilk e a homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene. O teste ANOVA de medidas repetidas de dois fatores (sessões x séries) foi usado com o intuito de comparar as variações da PAS, PAD, FC, VS, DC e RPT em diferentes momentos: 1) no repouso; 2) durante as séries; 3) durante as pausas entre as séries; 4) no final de cada sessão. O teste ANOVA de medidas repetidas de dois fatores foi também usado para verificar diferença nos valores de percepção subjetiva de esforço. O teste ANOVA de medidas repetidas de um fator foi usado para verificar as diferenças nos valores de lactato sanguíneo. O teste *post-hoc de Fisher LSD* foi empregado para identificar as diferenças nas situações em que os valores de F encontrados fossem superiores ao critério de significância estatística estabelecida ($P \leq 0,05$). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 20.

4.2.3 Resultados

Respostas cardiovasculares durante as sessões de exercício

Os valores das variáveis cardiovasculares durante as sessões de exercício estão descritas na Tabela 7. Para a sessão controle, a RFS isolada ocasionou aumento significativo na PAD e na RPT entre o repouso e os momentos equivalentes à 1^a, 2^a e 3^a séries. De forma semelhante, houve redução significativa para VS e DC entre o repouso e as demais séries. Após a liberação total do fluxo sanguíneo, os valores de PAD e RPT se mostraram significativamente menores que as três séries, enquanto o valor de DC ficou maior que o valor das três séries. Para a sessão de 20% com RFS, houve aumento significativo entre o repouso e as três séries para PAS, PAD, FC e RPT. O DC ficou maior que o repouso apenas na 1^a série. Após o término do exercício e a interrupção da RFS, os valores de PAS e PAD foram significativamente menores que as três séries. Já os valores de FC, VS e DC foram menores em relação às três séries e também em relação ao repouso. Para a sessão de alta intensidade, 65% sem RFS, todas as variáveis aumentaram significativamente nas três séries em relação ao repouso. Após o término da sessão, os valores de PAS, PAD e FC foram significativamente menores que as três séries. Os valores de VS e DC foram menores que as três séries e também em relação ao repouso. Por outro lado, o valor de RPT permaneceu maior que o valor de repouso.

A comparação entre as sessões não mostrou diferenças significativas entre o repouso, as séries e o pós-exercício para as sessões de baixa intensidade com RFS e alta intensidade sem RFS. Por outro lado, as variáveis PAS, PAD, FC, VS e DC foram significativamente maiores em todas as séries das sessões de baixa intensidade com RFS e alta intensidade sem RFS, em comparação com a sessão controle. Ainda foram observadas diferenças no pós-exercício das variáveis FC, DC e RPT entre a sessão controle e as demais sessões; no pós-exercício do VS entre a sessão controle e do protocolo de baixa intensidade com RFS; e na 2^a e 3^a série da RPT entre a sessão controle e a sessão de baixa intensidade com RFS.

Tabela 7 - Respostas hemodinâmicas durante as diferentes sessões

SESSÃO		PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)	VS (mL)	DC (L.min ⁻¹)	RPT (mmHg.min.L ⁻¹)
Controle	Repouso	134.3±3.6	74.1±1.7†	78.6±2.7	57.1±3.8†	4.5±0.4†	22.3±2.1†
	1º min	143.2±5.7*	81.2±3.1*	78.6±2.4*	51.0±3.9*	4.0±0.3*	28.0±3.3
	2º min	139.7±4.9*	81.3±2.8*	81.2±2.5*	46.9±3.4*	3.8±0.3*	29.5±3.5#
	3º min	140.2±4.9*	81.3±2.8*	81.5±2.4*	47.2±3.9*	3.9±0.4*	29.2±3.6#
	Pós-exercício	133.7±4.4	75.7±2.3†	82.9±2.4*	53.1±4.2#	4.4±0.4*†	23.6±2.4*†
20% de 1RM com RFS	Repouso	132.7±3.1†	76.0±2.3†	80.2±3.0†	54.5±4.0	4.3±0.3	24.8±2.3†
	1ª série	179.8±5.4	100.9±3.2	96.1±2.6	57.7±4.5	5.1±0.4‡	29.0±3.0
	2ª série	210.7±6.8	120.9±4.5	99.8±3.2	53.9±4.6	4.9±0.5	36.0±3.6
	3ª série	212.2±7.5	123.6±5.5	97.9±2.9	50.8±4.6	4.6±0.5	41.3±5.2
	Pós-exercício	129.8±2.9†	74.2±2.5†	73.7±2.0†‡	37.2±3.3†‡	3.1±0.3†‡	35.2±3.7
65% of 1RM	Repouso	130.3±4.2†	73.2±1.8†	78.9±2.8†	54.5±2.9†	4.3±0.2†	22.9±1.4†
	1ª série	196.8±7.1	108.8±3.5	100.9±3.7	63.5±3.7	5.7±0.4	26.6±2.0
	2ª série	213.3±8.2	119.5±4.5	102.9±3.4	66.3±5.4	6.0±0.5	28.7±2.6
	3ª série	221.7±8.2	122.6±3.9	107.8±4.0	63.7±4.2	6.1±0.5	28.8±2.7
	Pós-exercício	138.5±5.9†	71.1±2.4†	74.7±3.4†	44.3±3.6†‡	3.6±0.3†‡	31.1±3.5‡

Fonte: Da Autora.

PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica; FC= frequência cardíaca; VS= volume sistólico; DC= débito cardíaco; RPT= resistência periférica total.

(*) Diferença significativa entre a sessão 20% 1RM com RFS para a sessão 65% 1RM (mesma série);

(†) Diferença significativa (p<0.05) da 1ª até a 3ª série (mesma sessão);

(‡) Diferença significativa (p<0.05) em relação ao repouso (mesma sessão);

(#) Diferença significativa da sessão 20% 1RM com RFS (mesma série).

Respostas cardiovasculares durante os intervalos de repouso entre as séries

A Tabela 8 mostra valores das variáveis hemodinâmicas durante os intervalos de repouso entre séries (da 1ª para a 2ª série e da 2ª para a 3ª série). Nesse contexto, houve aumento do 1º para o 2º intervalo de repouso nas variáveis PAS, PAD, e RPT e redução para VS e DC. A comparação entre as sessões mostrou diferenças no 1º intervalo de repouso entre a sessão controle e a sessão de 20% com RFS (VS, DC e RPT), entre a sessão controle e a sessão de 65% sem RFS (PAD, VS e DC) e entre a sessão de 20% com RFS e 65% sem RFS (VS, DC e RPT). Para o 2º intervalo de repouso, as diferenças foram observadas entre a sessão de 20% com RFS e a sessão controle (PAS, PAD, VS, DC e RPT), entre a sessão controle e a sessão de 65% sem RFS (PAD, VS e DC) e entre a sessão de 20% com RFS e 65% sem RFS (PAS, PAD, VS, DC e RPT).

Tabela 8 - Valores das respostas hemodinâmicas durante intervalos de repouso entre séries

SESSÃO		PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)	VS (mL)	DC (L.min ⁻¹)	RPT (mmHg.min.L ⁻¹)
Controle	1º	141.4±5.7	81.4±3.0	80.1±2.6	55.0±6.3	4.4±0.5	29.1±3.3
	2º	139.4±5.1	80.8±2.9	81.9±2.4	55.2±6.7	4.5±0.5	28.7±3.4
20% de 1RM com RFS	1º	140.4±3.6	78.2±1.7	76.7±2.3	40.3±3.5 ^{†‡}	3.4±0.3 ^{†‡}	34.7±3.7 ^{†‡}
	2º	155.3±5.1 ^{*†‡}	86.8±3.5 ^{*†‡}	76.4±2.6	34.4±3.2 ^{*†‡}	2.9±0.3 ^{*†‡}	44.5±4.8 ^{*†‡}
65% de 1RM	1º	140.3±6.0	72.4±2.3 [†]	78.7±2.6	46.7±3.4 [†]	3.9±0.3 [†]	28.0±2.9
	2º	138.5±5.9	71.1±2.4 [†]	74.7±3.9	44.3±3.6 [†]	3.6±0.3 [†]	33.1±3.5

Fonte: Da Autora.

PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica; FC= frequência cardíaca; VS= volume sistólico; DC= débito cardíaco; RPT= resistência periférica total.

(*) Diferença significativa (p<0.05) em relação ao 1º intervalo (mesma sessão).

(†) Diferença significativa (p<0.05) em relação a sessão controle (mesmo intervalo de repouso).

(‡) Diferença significativa (p<0.05) em relação a sessão 65% 1RM (mesmo intervalo de repouso).

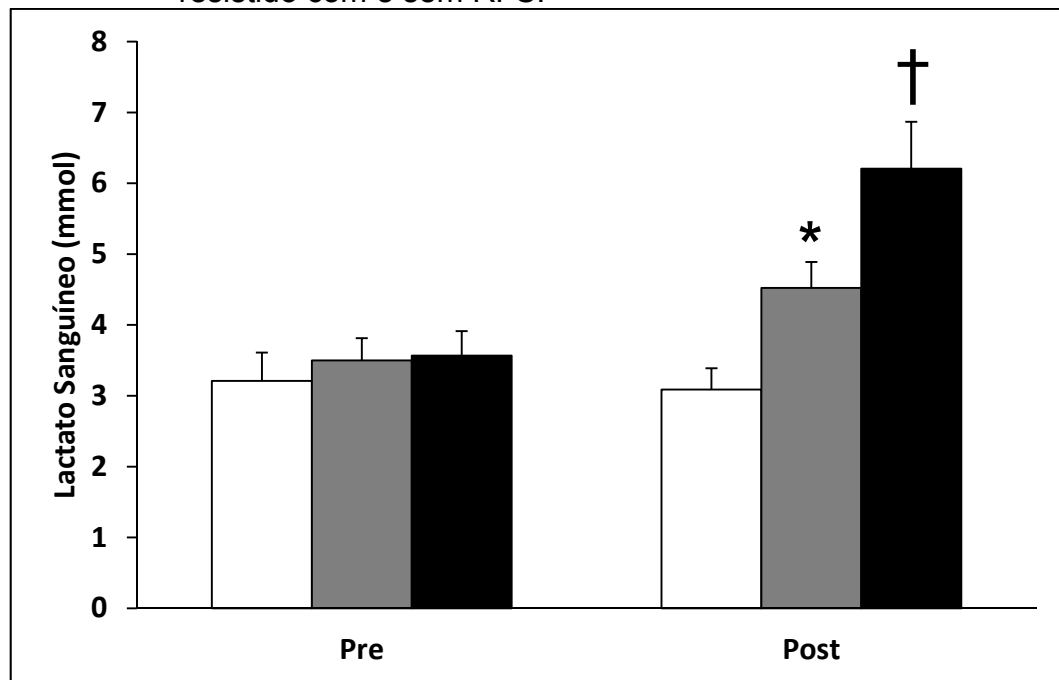
Percepção Subjetiva de Esforço

A percepção subjetiva de esforço foi significativamente maior ($P < 0.01$) na 1ª (4.8 ± 0.4 versus 3.1 ± 0.3), 2ª (7.3 ± 0.4 versus 5.7 ± 0.4) e 3ª séries (8.6 ± 0.5 versus 7.5 ± 0.4) da sessão de 65% sem RFS comparada à sessão de 20% com RFS.

Lactato Sanguíneo

Os valores de lactato sanguíneo estão apresentados no Gráfico 1. Ambas as sessões de exercício exibiram valores significativamente mais elevados que a sessão controle. Além disso, a sessão de 65% sem RFS mostrou valores significativamente mais elevados que a sessão de 20% com RFS.

Gráfico 1 - Lactato sanguíneo no repouso (PRE) e após (POST) exercício resistido com e sem RFS.



Fonte: Da Autora.

Coluna branca: sessão controle (CON); coluna cinza, exercício resistido com RFS; coluna escura: exercício resistido sem RFS. *diferença significativa em relação a sessão controle; † diferença significativa da sessão controle e da sessão com exercício resistido de baixa intensidade com RFS.

4.2.4 Discussão

Os principais achados deste estudo foram: 1) isoladamente, a RFS aumentou os valores da PAD e da RPT e reduziu os valores de DC e VS em comparação com o repouso; 2) as respostas hemodinâmicas durante o exercício resistido, independente da RFS, aumentaram quando comparadas à condição de repouso; 3) durante os intervalos entre séries, o exercício com RFS demonstrou aumento na PAS, PAD e RPT e diminuição no VS e DC comparado ao exercício sem RFS.

Em sujeitos jovens e saudáveis, a RFS sem exercício não alterou significativamente as respostas da PAS e PAD (LOENNEKE et al., 2013a). Contudo, o presente estudo mostrou que as respostas hemodinâmicas se comportam de maneira diferente em sujeitos idosos e hipertensos. Uma possível explicação para tais resultados pode ser pautada sobre o fato de pessoas hipertensas apresentarem aumento anormal da atividade simpática durante a RFS após exercícios isométricos (GREANEY et al., 2014). Esse tipo de manobra é utilizado para analisar o metaborreflexo e pode causar aumentos na RPT e reduções no VS (KIM et al., 2014). Para as reduções identificadas nos valores de VS e DC, acredita-se que a pressão aplicada na RFS tenha sido o fator chave de redução do retorno venoso em função do aprisionamento de sangue nos membros ativos, influenciando assim as respostas de tais variáveis.

Durante o exercício resistido, as modificações cardiovasculares ocorrem devido ao aumento de atividade simpática (SEALS, 1993), compressão dos vasos sanguíneos pelos músculos envolvidos (PALATINI et al., 1989) e contração muscular (MACDOUGALL et al., 1992). Nesse contexto, mesmo com cargas relativamente leves (i.e. 20% 1RM) existe um aumento significativo da PAS e PAD durante o esforço (POTON; POLITO, 2016). Porém, existem poucas informações sobre as respostas cardiovasculares durante o exercício resistido com RFS. Em jovens saudáveis, o exercício resistido sem RFS (3 séries; 8 repetições; 80% 1RM; 1 minuto de intervalo de repouso) mostrou valores significativamente mais elevados de PAS e PAD durante o esforço que o exercício com RFS (3 séries; 20 repetições; 20% 1RM;

45 segundos de intervalo de repouso). Por outro lado, dados recentes com amostra hipertensa mostraram valores hemodinâmicos significativamente mais elevados durante o exercício resistido com RFS (3 séries; 15 repetições; 20% 1RM; 30 segundos de intervalo de repouso) em comparação ao exercício resistido tradicional (3 séries; 8 repetições; 65% 1RM; 1 minuto de intervalo de repouso) (PINTO; POLITO, 2016). A maior responsividade dos hipertensos pode estar relacionada ao fato de essa população apresentar maior probabilidade à disfunção endotelial (GUAZZI et al., 2005) e maior resposta hemodinâmica durante a ativação simpática (KAUSHIK et al., 2004). Independentemente das diferenças entre hipertensos e normotensos, os estudos de Poton e Polito (2016) e Pinto e Polito (2016) utilizaram quantidades de repetições e o intervalo de recuperação distinto entre as sessões com e sem RFS. Nesse contexto, a sessão com RFS teve maior número de repetições e o menor tempo de intervalo que a sessão tradicional de alta intensidade, o que pode ter contribuído para tais diferenças (POLITO et al., 2007). No presente estudo, a aplicação da RFS durante o esforço não interferiu no comportamento cardiovascular em idosos hipertensos, sugerindo que a equalização dos volumes e do tempo de recuperação é um fator que deve ser considerado na prescrição do exercício.

Durante o intervalo de recuperação, é esperado que os valores hemodinâmicos elevados durante o esforço diminuam (WIECEK; MCCARTNEY; MCKELVIE, 1990).

Esse comportamento foi observado na sessão de 65% sem RFS e, por essa razão, não foram identificadas diferenças entre a sessão de 65% sem RFS e a sessão controle para PAS, FC e RPT. Além disso, foram identificadas reduções significativas na PAD. As únicas alterações significativas entre a sessão de 65% sem RFS e a sessão controle ocorreram para VS e DC. Nesse caso, houve diminuição em ambas as variáveis nos intervalos de recuperação da sessão de 65% sem RFS. Isso pode ser explicado pela elevada concentração sanguínea nos membros inferiores durante o esforço, que não é totalmente reestabelecida em um curto intervalo (POLITO et al., 2004). Por outro lado, a manutenção da RFS na sessão de 20% sem RFS determinou aumentos significativos em relação à sessão de 65% sem

RFS, para o segundo intervalo de recuperação da PAS e PAD; reduções significativas em ambos os intervalos para VS e DC; e aumentos significativos em ambos os intervalos para RPT. Esses resultados reforçam a hipótese de que pessoas hipertensas exibem um aumento anormal da atividade simpática durante a RFS (GREANEY et al., 2014). Nesse caso, após o término de cada série na sessão de 20% com RFS, a manutenção da restrição sanguínea pode ter estimulado tanto a atividade simpática quanto dificultado o fluxo sanguíneo normal. Além disso, é possível que hipertensos apresentem alguma disfunção endotelial, que poderia explicar uma diminuição menos pronunciada dos valores de PA após um grande estímulo considerando a curta duração do esforço (KAUSHIK et al., 2004). Nós acreditamos que esta informação seja importante na aplicação prática do modelo de exercício com RFS. Independentemente do que acontece durante o exercício, o período de recuperação também pode impor esforço ao sistema cardiovascular, como identificado nos intervalos de repouso entre as séries de exercícios com RFS.

A respeito do lactato sanguíneo e da percepção subjetiva de esforço, existe um aumento significativo na concentração metabólica (SUGA et al., 2009) e na percepção de dor (WERNBOM et al., 2009) quando a RFS é associada ao exercício. Isso foi demonstrado recentemente (PINTO; POLITO, 2016), em que os autores verificaram que o exercício com RFS (3 séries, 15 repetições, 20% 1RM) mostrou maiores valores de percepção subjetiva de esforço que o exercício tradicional (3 séries, 8 repetições, 65% 1RM sem RFS).

Neste sentido, o acúmulo de lactato cria um compartimento mais ácido, o qual aumenta a PA via metaborreflexo muscular (ROWELL, 1997) e a percepção de dor causada pelo cuff inflado e pelo compartimento muscular ácido aumentam a PA pelo estímulo do sistema nervoso central (CHALAYE et al., 2013). Contudo, os dados do presente estudo mostraram que os valores da percepção subjetiva de esforço e do lactato sanguíneo foram maiores na sessão 65% sem RFS que na sessão de 20% com RFS. Uma provável explicação pode ser o fato de que a sessão 20% com RFS foi realizada com pressão inferior a oclusão total de sangue e a quantidade de repetições (tempo total de esforço) foi equalizada em comparação a sessão 65% sem RFS. Entretanto, os valores mais elevados de percepção subjetiva

da dor e do lactato sanguíneo observados na sessão 65% sem RFS não repercutiram em maiores respostas cardiovasculares em relação à sessão 20% com RFS. Assim, outros mecanismos devem atuar durante o exercício resistido com RFS para ocasionar maiores respostas cardiovasculares em pessoas hipertensas, o que deve ser investigado por futuros experimentos.

A respeito da importância na prática clínica, a elevação da PA pode aumentar o risco de eventos hemorrágicos em hipertensos (HAYKOWSKY; FINDLAY; IGNASZEWSKI, 1996). Entretanto, é importante considerar que estes resultados podem mudar de acordo com o delineamento experimental. Quando comparado com o exercício tradicional, o exercício com RFS apresenta uma variável adicional: a restrição do fluxo sanguíneo. Neste contexto, a pressão do *cuff* e a manutenção da pressão podem ser fatores determinantes sobre o comportamento cardiovascular neste tipo de esforço.

4.2.5 Conclusão

O presente estudo demonstrou que o exercício resistido de baixa intensidade com RFS provocou as mesmas respostas hemodinâmicas e cardiovasculares em mulheres hipertensas que o tradicional exercício resistido de alta intensidade, sendo, portanto mais viável para indivíduos hipertensos. Como a manobra de Valsalva acontece mais frequentemente com treino resistido de alta intensidade ou em exercícios com pesos leves até a fadiga (HACKETT; CHOW, 2013), o exercício de baixa intensidade com RFS pode ser usado para prevenir a ocorrência da manobra de Valsalva durante um programa de exercício resistido para hipertensos. Entretanto, respostas hemodinâmicas e cardiovasculares mais elevadas ocorreram durante o intervalo de repouso entre as séries. Porém, os resultados estão relacionados com o delineamento deste estudo. Apesar de apenas um estudo ter sido conduzido com amostra hipertensa, este modelo de exercício resistido deve ser aplicado com precaução em hipertensos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois artigos independentes e complementares apresentados anteriormente estudaram mulheres idosas e hipertensas e foram redigidos com o objetivo de analisar o comportamento cardiovascular agudo mediante um exercício resistido realizado no *leg press* 45°, no estudo 1 e no equipamento extensora, no estudo 2, exercícios estes realizados com uma nova técnica, utilizando a restrição do fluxo sanguíneo (RFS).

No estudo 1, concluiu-se que o exercício com RFS proporcionou respostas cardiovasculares mais exacerbadas que os exercícios sem RFS, durante o exercício e também durante os intervalos entre as séries. Os valores de PSE também foram significativamente maiores no protocolo com RFS, podendo ser sugerido, uma relação dessa variável com as respostas cardiovasculares. Em termos práticos, caso as respostas fossem similares ou menores ao exercício de alta intensidade, no caso, 65% de 1RM, o treino de baixa intensidade (20% de 1RM) com RFS, seria indicado pois atingiria seu principal benefício, possibilitar a hipertrofia e ganho de força muscular sem sobrecarregar em demasia o sistema cardiovascular e também as articulações, e também sem gerar a manobra de Valsalva, como acontece em treinos tradicionais, com cargas elevadas. Porém não foi o que ocorreu, sendo considerado não vantajoso para a população hipertensa, e com segurança duvidosa em relação ao sistema cardiovascular.

O estudo 2 foi realizado para corrigir a limitação metodológica do estudo 1, principalmente relacionado com as diferentes durações de esforço e intervalo de recuperação entre as séries, o que poderia ter influenciado os resultados.

No estudo 2, a aplicação da RFS proporcionou respostas similares ao protocolo de alta intensidade, sugerindo que a equalização dos volumes e do tempo de recuperação é um fator que deve ser considerado na prescrição do exercício, porém, algumas variáveis cardiovasculares, PAS, PAD e RPT, mantiveram-se elevadas durante o intervalo. Acreditamos que independentemente do que acontece durante o exercício, o período de recuperação também pode impor esforço ao

sistema cardiovascular. Desta forma, os achados de ambos os estudos nos permitem concluir que o exercício de baixa intensidade associado à RFS, não seja uma alternativa indicada para mulheres hipertensas idosas, mesmo estas sendo medicadas.

REFERÊNCIAS

- ABE, T.; BEEKLEY, M. D.; HINATA, S.; KOIZUME, K.; SATO, Y. Day-to-day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days KAATSU resistance training: a case study. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1. n. 2, p. 71-76, 2005a.
- ABE, T.; KAWAMOTO, K.; YASUDA, T.; KEARNS, C. F.; MIDORIKAWA, T., SATO, Y. Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 19–23, 2005b.
- ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 100, n. 5, p. 1460-1466, 2006.
- ABE, T.; LOENNEKE, J. P.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; THIEBAUD, R. S.; BEMBEN, M. G. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow–restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 32, n. 4, p. 247-52, 2012.
- ABE, T.; YASUDA, T.; MIDORIKAWA, T.; SATO, Y.; KEARNS, C. F.; INOUE, K.; KOIZUMI, K.; ISHII, N. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 6–12, 2005c.
- ABE, T.; KEARNS, C. F.; FUJITA, S.; SAKAMAKI, M.; SATO, Y.; BRECHUE, W. F. Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 5, n. 1, p. 9 – 15, 2009.
- ADAMS, G. R. Invited review: autocrine/paracrine IGF-I and skeletal muscle adaptation. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 93, n. 3, p. 1159–67, 2002.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand. Physical activity, physical Fitness, and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 25, n. 10, p. i-x, Oct. 1993.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE-ACMS. *ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2010.
- ARAÚJO, J. P.; SILVA, E. D.; SILVA, J. C.; SOUZA, T. S.; LIMA, E. O.; GUERRA, I.; SOUSA, M. S. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *Journal of Human Kinetics*, Kraków, v. 12, n. 43, p. 79-85, 2014.

- BARCELOS, L. C.; NUNES, P. R.; SOUZA, L. R.; OLIVEIRA, A. A.; FURLANETTO, R.; MAROCOLO, M.; ORSATTI, F. L. Low-load resistance training promotes muscular adaptation regardless of vascular occlusion, load, or volume. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 115, n. 7, p. 1559-1568, 2015.
- BARNETT, B. E.; DANKEL, S. J.; COUNTS, B. R.; NOOE, A. L.; ABE, T.; LOENNEKE, J. P. Blood flow occlusion pressure at rest and immediately after a bout of low load exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 36, n. 6, p. 436-440, Jul. 2015.
- BAZGIR, B.; REZAZADEH, M.; RAJABI, H.; FATHI, R.; OJAGHI, S. M.; MEYBODI, M. K. E.; NETO, G. R.; RAHIMI, M.; ASGARI, A. Acute cardiovascular and hemodynamic response to low intensity eccentric resistance exercise with blood flow restriction. *Asian journal of Sports Medicine*, Tehran, e38458, 2016.
- BOGAARD, H. J.; WOLTJER, H. H.; DEKKER, B. M.; KEIMPEMA, A. R. van; POSTMUS, P. E.; VRIES, P. M. Haemodynamic response to exercise in healthy young and elderly subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v. 75, p. 435-442, 1997.
- BORG, G. *Borg's perceived exertion and pain scale*. Champaign: Human Kinetics, 1998.
- BOUSHEL, R.; LANGBERG, H.; OLESEN, J.; NOWAK, M.; SIMONSEN, L.; BÜLOW, J.; KJAER, M. Regional blood flow during exercise in humans measured by near-infrared spectroscopy and indocyanine green. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 89, n. 5, p. 1868-1878, 2000.
- BRANDNER, C. R.; KIDGELL, D. J.; WARMINGTON, S. A. Unilateral bicep curl hemodynamics: low pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 25, n. 6, p. 770-777, 2015.
- BRUM, P. C.; FORJAZ, C. L. M.; TINUCCI, T.; NEGRÃO, E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 18, p. 21-31, 2004.
- BUCKNER, S. L.; DANKEL, S. J.; COUNTS, B. R.; JESSEE, M. B.; MOUSER, J. G.; MATTOCKS, K. T.; LAURENTINO, G. C.; ABE, T.; LOENNEKE, J. P. Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. *The Journal of Physiological Science*, Tokyo, v. 67, n. 1, p. 207-215, 2017.
- BUNEVICIUS, K.; SUJETA, A.; PODERIENE, K.; ZACHARIENE, B.; SILINSKAS, V. Cardiovascular response to bouts of exercise with blood flow restriction. *Journal of Physical Therapy Science*, Sugamo, v. 28, n. 12, p. 3288-3292, 2016.

BURGOMASTER, K. A.; MOORE, D. R.; SCHOFIELD, L. M.; PHILLIPS, S. M.; SALE, D. G.; GIBALA, M. J. Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Medicine and Science in Sports, and Exercise*, Madison, v. 35, p. 1203-1208, 2003.

CARUSO, F. R.; ARENA, R.; PHILLIPS, S. A.; BONJORNO JUNIOR, J. C.; MENDES, R. G.; ARAKELIAN, V. M.; BASSI, D.; NOGI, C.; BORGHI-SILVA, A. Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, Torino, v. 51, n. 3, p. 281-289, Jun. 2015.

CASONATTO, J.; GOESSLER, K. F.; CORNELISSEN, V. A.; CARDOSO, J. R.; POLITO, M. D. The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*, London, v. 23, n. 16, p. 1700-1714, 2016.

CEZAR, M. A.; SÁ, C. A.; CORRALO, V. S.; COPATTI, S. L.; SANTOS, G. A. G.; GRIGOLETTO, M. E. S. Effects of exercise training with blood flow restriction on blood pressure in medicated hypertensive patients. *Motriz*, Rio Claro, v. 22, n. 2, p. 9-17, 2016.

CHALAYE, P.; DEVOIZE, L.; LAFRENAYE, S.; DALLEL, R.; MARCHAND, S. Cardiovascular influences on conditioned pain modulation. *Pain*, Amsterdam, v. 154, n. 8, p. 1377-1382, 2013.

CHOI, H. M.; STEBBINS, C. L.; LEE, O. T.; NHO, H.; LEE, J. H.; CHUN, J. M.; KIM, J. K. Augmentation of the exercise pressor reflex in prehypertension: roles of the muscle metaboreflex and mechanoreflex. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Ottawa, v. 38, n. 2, p. 209-215, 2013.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M.; HOFFMAN R. L.; WILLIAMS, P. S.; GUILER, M. K.; KNUTSON, M. J.; MCGLYNN, M. L. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 21, n. 5, p. 653-662, 2011.

COOK, C. J.; KILDUFF, L. P.; BEAVEN, C. M. Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Champaign, v. 9, n. 1, p. 166-72, 2014.

COOK, S. B.; BROWN, K. A.; DERUISSEAU, K.; KANALEY, J. A.; PLOUTZ-SYDER, L. L. Skeletal muscle adaptations following blood flow-restricted training during 30 days of muscular unloading. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 109, n. 2, p. 341-349, Aug. 2010.

COOK, S. B.; CLARK, B. C.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 39, n. 10, p. 1708-1713, 2007.

COOK, S. B.; MURPHY, B. G.; LABARBERA, K. E. Neuromuscular function after a bout of low-load blood flow-restricted exercise. *Medicine Science of Sports and Exercise*, Copenhagen, v. 45, n. 1, p. 67–74, 2013.

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, Oxford, v. 2, n. 1, e004473, 2013.

COUNTS, B. R.; DANKEL, S. J.; BARNETT, B. E.; KIM, D.; MOUSER, J. G.; ALLEN, K. M.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T.; BEMBEN, M. G.; LOENNEKE, J. P. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle & Nerve*, New York, v. 53, n. 3, p. 438-45, 2016.

CREDEUR, D. P.; HOLLIS, B. C.; WELSCH, M. A. Effects of handgrip training with venous restriction on brachial artery vasodilation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 42, n. 7, p. 1296-302, 2010.

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

DOWNS, M. E.; HACKNEY, K. J.; MARTIN, D.; T. L.; CAINE, T. L.; CUNNINGHAM, D.; O'CONNOR, D. P.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. Acute vascular and cardiovascular responses to blood flow–restricted exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 46, n. 8, p. 1489 – 1497, 2014.

ELLEFSSEN, S.; HAMMARSTRÖM, D.; STRAND, T. A.; ZACHAROFF, E. Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, Bethesda, v. 309, n. 7, p. 767-779, 2015.

ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Champaign, v. 7, p. 175-182, 2012.

FAHS, C. A.; LOENNEKE, J. P.; ROSSOW, L. M.; THIEBAUD, R.; BEMBEN, M. G. Methodological considerations for blood-flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology*, Kanoya, v. 1, n. 14, p. 14-22, 2012a.

FAHS, C. A.; LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R.S.; ROSOW, L. W.; KIM, D.; ABE, T.; BECK, T. W.; FEEBACK, D. L.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M.G. Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 35, n. 3, p. 167-76, 2015.

FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; DIM, D.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 32, n. 1, p. 45-51, 2012b.

FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; SEO, D.; LOENNEKE, J. P.; SHERK, V. D.; KIM, E.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. Effect of different types of resistance exercise on arterial compliance and calf blood flow. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 111, n. 12, p. 2969–2975, 2011.

FARUP, J.; PAOLI, F.; BJERG, K.; RIIS, S.; RINGGARD, S.; VISSING, K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 25, n. 6, p. 754-763, 2015.

FAVERO, T. G.; ZABLE, A. C.; COLTER, D.; ABRAMSON, J. J. Lactate inhibits Ca^{2+} -activated Ca^{2+} -channel activity from skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 82, n. 2, p. 447-452, 1997.

FEBBRAIO, M. A.; PEDERSEN, B. K. Contraction-induced myokine production and release: is skeletal muscle an endocrine organ? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Nova York, v.33, n. 3, p. 114–119, 2005.

FIGUEROA, A.; VICIL, F. Post-exercise aortic hemodynamic responses to low-intensity resistance exercise with and without vascular occlusion. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 21, n. 3, p. 431–436, 2011.

FITSCHEN, P. J.; KISTLER, J. H.; JEONG, J. H.; CHUNG, H. R.; WU, P. T.; WALSH, M. J.; WILUND, K. R. Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 34, n. 5, p. 356-63, 2014.

FLECK, S. J.; DEAN, L. S. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 63, n. 1, p. 116-120, 1987.

FLETCHER, G. F.; ADES, P. A.; KLIGFIELD, P.; ARENA, R.; BALADY, G. J.; BITTNER, V. A. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, Dallas, v. 128, p. 873–934, 2013.

FOCHT, B. C.; KOLTYN, K. F. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Medicine and Science in Sports, and Exercise*, Madison, v. 31, n. 3, p. 456-463, 1999.

FORJAZ, C. L.; REZK, C. C.; CARDOSO JUNIOR, C. G.; TINUCCI, T. Exercícios resistidos e sistema cardiovascular. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. P. (Ed.).

Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata. 3. ed. São Paulo: Manole, 2010. p. 282-396.

FRANKLIN, B.A.; BONZHEIM, K.; GORDON, S. E.; TIMMIS, G. C. Resistance training in cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, New York, v. 11, n. 2, p. 99–107, 1991.

FREY, L. A.; SLUKA, K. A.; MCMULLEN, T.; LEE, J.; ARENDT-NIELSEN, L.; GRAVEN-NIELSEN, T. Acidic buffer induced muscle pain evokes referred pain and mechanical hyperalgesia in humans. *Pain*, Amsterdam, v. 140, n. 2, p. 254–264, 2008.

FUJITA, T.; BRECHUE, W. F.; KURITA, K.; SATO, Y.; ABE, T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2008.

GALVÃO, D. A.; NEWTON, R. U.; TAAFFE, D. R. Anabolic responses to resistance training in older men and women: a brief review. *Journal of Aging and Physical Activity*, Champaign, v. 13, n. 3, p. 343-358, 2005.

GANDEVIA, S. C.; HOBBS, S. F. Cardiovascular responses to static exercise in man: central and reflex contributions. *The Journal of Physiology*, London, v. 430, p. 105 – 117, 1990.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWUAIN, D. P. American College of Sports Medicine position stand: quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GEARHART JUNIOR, R. F.; 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. *Conditioning Research*, Champaign, v. 16, n. 1, p. 87-91, 2002.

GENTIL, P. *Bases científicas do treinamento de hipertrofia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2010.

GJOVAAG, T.; HJELMELAND, A. K.; OYGARD, J. B.; VIKNE, H.; MIRTAHERI, P. Acute hemodynamic and cardiovascular responses following resistance exercise to voluntary exhaustion – effects of different loadings and exercise durations. *The Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, Torino, v. 56, n. 5, p. 616-623, 2016.

GOLDFARB, A. H.; GARTEN, R. S.; CHEE, P. D.; CHO, C.; REEVES, G. V.; HOLLANDER, D. B.; THOMAS, C. Resistance exercise effects on blood glutathione

status and plasma protein carbonyls: influence of partial vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 104, n. 5, p. 813–819, 2008.

GOLDSPINK, G. Cellular and molecular aspects of muscle growth, adaptation and ageing. *Gerodontology*, London, v. 15, n. 1, p. 35–43, 1998.

GOLDSPINK, G.; WESSNER, B.; BACHL, N. Growth factors, muscle function and doping. *Current Opinion in Pharmacology*, London, v. 8, n. 3, p. 352-357, 2008.

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.

GREANEY, J. L.; MATTHEWS, E.L.; BOGGS, M. E.; EDWARDS, D. G.; DUNCAN, R.; L.; FARQUHAR, W. B. Exaggerated exercise pressor reflex in adults with moderately elevated systolic blood pressure: role of purinergic receptors. *The American Journal of Physiology- Heart and Circulatory Physiology*, Omaha, v. 306, n. 1, p: 132-141, 2014.

GUALANO, B.; NEVES, JUNIOR, M.; LIMA, F. R.; PINTO, A. L.; LAURENTINO, G.; BORGES, C.; BAPTISTA, L.; ARTIOLI, G. G.; AOKI, M. S. Resistance training with vascular occlusion in inclusion body myositis: a case study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 42, n. 2, p. 250-254, Feb. 2010.

GUAZZI, M.; LENATTI, L.; TUMMINELLO, G.; GUAZZI, M. D. Effects of orthostatic stress on forearm endothelial function in normal subjects and in patients with hypertension, diabetes, or both diseases. *American Journal of Hypertension*, New York, v. 18, n. 7, p. 986-994, 2005.

GUNDERMANN, D. M.; WALKER, D. K.; REIDY, P. T.; BORACK, M. S.; DICKINSON, J. M.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Activation of mTORC1 signaling and protein synthesis in human muscle following blood flow restriction exercise is inhibited by rapamycin. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism*, Bethesda, v. 306, n. 10, p. 1198-1204, 2014.

HABAZETTL, H.; ATHANASOPOULOS, D.; KUEBLER, W. M.; WAGNER, H.; ROUSSOS, C.; WAGNER, P. D. Near-infrared spectroscopy and indocyanine green derived blood flow index for noninvasive measurement of muscle perfusion during exercise. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 108, n. 4, p. 962–967, 2010.

HACKETT, D. A.; CHOW, C. M. The Valsalva maneuver: its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 27, n. 8, p. 2338-2345, 2013.

HAKKINEN, K.; ALLEN, M.; KOMI, P. V. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle

during strength training and detraining. *Acta Physiologica Scandinavica*, Oxford, v. 12, n. 4, p. 573-585, 1985.

HASLAM, D. R. S.; MCCARTNEY, N.; MCKELVIE, R. S.; MCDUGALL, J. D. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, Philadelphia, v. 8, n. 6, p. 213-225, 1988.

HATZARAS, I.; TRANQUILLI, M.; COADY, M.; BARRETT, P. M.; BIBLE, J.; ELEFTERIADES, J. Weight lifting and aortic dissection: more evidence for a connection. *Cardiology*, Basel, v. 107, n. 2, p. 103–106, 2007.

HAWKE, T. J.; GARRY, D. J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 91, n. 2, p. 534–551, 2001.

HAYKOWSKY, M. J.; FINDLAY, J. M.; IGNASZEWSKI, A. P. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage associated with weight training: three case reports. *Clinical Journal of Sport Medicine*, New York, v. 6, n. 1, p. 52-55, 1996.

HEFFERNAN, K. S.; EDWARDS, D. G.; ROSSOW, L.; JAE, S. Y.; FERNHALL, B. External mechanical compression reduces regional arterial stiffness. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 101, n. 6, p. 735-741, 2007.

HEFFERNAN, K. S.; SOSNOFF, J. J.; FAHS, C. A.; SHINSAKO, K. K.; JAE, S. Y. Fractal scaling properties of heart rate dynamics following resistance exercise training. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 105, n. 1, p. 109-113, 2008.

HELGERUD, J.; HØYDAL, J.; WANG, E; KARLSEN, T.; BERG, P.; BJERKAAS, M.; SIMONSEN, T.; HELGESEN, C; HJORTH, N.; BACK, R.; HOFF, J. Aerobic high-intensity intervals improve $\text{vo}_{2\text{max}}$ more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 39, n. 4, p. 665-671, 2007.

HERMAN, L.; FOSTER, C.; MAHER, M. A.; MIKAT, R. P.; PORCARI, J. P. Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African Journal of Sports Medicine*, Cape Town, v. 18, n. 1, p. 14–17, 2006.

HOLLANDER, D. B.; REEVES, G. V.; CLAVIER, J. D.; FRANCOIS, M. R.; THOMAS, C. Partial occlusion during resistance exercise alters effort sense and pain. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 24, n. 1, p. 235–243, 2010.

IIDA, H.; KURANO, M.; TAKANO, H.; KUBOTA, N.; MORITA, T.; MEGURO, K. SATO, Y.; ABE, T.; YAMAZAKI, Y.; UNO, K. Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 100, n. 3, p. 275-285, 2007.

- IIDA, H.; TAKANO, H.; MEGURO, K.; ASADA, K. Hemodynamic and autonomic nervous responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 2, p. 57-64, 2005.
- ISAKSEN, J.; EGGE, A.; WATERLOO, K.; ROMNER, B.; INGEBRIGTSEN, T. Risk factors for aneurysmal subarachnoid haemorrhage. The Tromso study. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, London, v. 73, n. 2, p. 185-187, 2002.
- ISHII, N.; MADARAME, H.; ODAGIRI, K.; NAGANUMA, M.; SHINODA, K. Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate venous occlusion. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 24-28, 2005.
- JERN, S.; BERGBRANT, A.; HEDNER, T.; HANSSON, L. Enhanced pressor responses to experimental and daily-life stress in borderline hypertension. *Journal of Hypertension*, London, v. 13, n. 1, p. 69-80, 1995.
- KACIN, A.; STRAZAR, K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 21, n. 6, p. 231-241, 2011.
- KARABULUT, M.; ABE, T.; SATO, Y.; BEMBEN, M. G. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 108, n. 1, p. 147-155, 2010.
- KARABULUT, M.; BEMBEN, D. A.; SHERK, V. D.; ANDERSON, M. A.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 11, n. 8, p. 1559-1567, 2011.
- KARABULUT, M.; LEAL JUNIOR, J. A.; GARCIA, S. D.; CAVAZOS, C.; BEMBEN, M. Tissue oxygenation, strength and lactate response to different blood flow restrictive pressures. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 34, n. 4, p. 263-269, 2014.
- KAUSHIK, R. M.; MAHAJAN, S. K.; RAJESH, V.; KAUSHIK, R. Stress profile in essential hypertension. *Hypertension Reseach*, Toyonaka, v. 27, n. 9, p. 619-624, 2004.
- KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S.; TRAN, Z. V. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, Hagerstown, v. 80, n. 1, p. 65-77, 2001.
- KIM, E.; GREGG, L. D.; KIM, D.; SHERK, V. D.; BEMBEN, M. G.; BEMBEN, D. A. Hormone responses to an acute bout of low intensity blood flow restricted resistance exercise in college-aged females. *Journal of Sports Science and Medicine*, Bursa, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2014.

- KIMBALL, S. R.; FARRELL, P. A. JEFFERSON, L. S. Invited Review: Role of insulin in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by amino acids or exercise. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v, 93, n. 3, p. 1168–80, 2002.
- KON, M.; IKEDA, T.; HOMMA, T.; SUZUKI, Y. Effects of low-intensity resistance exercise under acute systemic hypoxia on hormonal responses. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 26, n. 3, p. 611–7, 2012.
- KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; DZIADOS, J. E.; HARMAN, E. A.; MARCHITELLI, L. J.; GRDON, S. E.; MELLO, R.; FRYKMAN, P. N.; KOZIRIS, L. P.; TRIPLETT, N. T. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 75, n. 2, p. 594–604, 1993.
- KRAEMER, W. J.; GORDON, S. E.; FLECK, S. J.; MARCHITELLI, L. J.; MELLO, R.; DZIADOS, J. E.; FRIEDL, K.; HARMAN, E.; MARESH, C.; FRY, A. C. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v. 12, n. 2, p. 228–235, 1991.
- KRAEMER, W. J.; MARCHITELLI, L.; GORDON, S. E.; HARMAN, E.; DZIADOS, J. E.; MELLO, R. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 69, n. 4, p. 1442-1450, 1990.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, Auckland, v. 35, n. 4, p. 339-361, 2005.
- KRIEGER, E. M. Arterial baroreceptor resetting in hypertension. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. Supplement, Oxford, v. 16, s. 15, p. 3-17, 1989.
- KUBO, K.; KOMURO, T.; ISHIGURO, N.; TSUNODA, N.; SATO, Y.; ISHII, N.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. *Journal of Applied Biomechanics*, Champaign, v. 22, n. 2, p. 112–119, 2006.
- KUBOTA, A.; SAKURABA, K.; SAWAKI, K.; SUMIDE, T.; TAMURA, Y. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 40, n. 3, p. 529-534, 2008.
- KUMAGAI, K.; KUROBE, K.; ZHONG, H.; LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; OGITA, F. Cardiovascular drift during low intensity exercise with leg blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, Budapest, v. 99, n. 4, p. 392-399, 2012.

LABARBERA, K. E.; MURPHY, B. G.; LAROCHE, D. P.; COOK, S. B. Sex differences in blood flow restricted isotonic knee extensions to fatigue. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Torino, v. 53, n. 4, p. 444–452, 2013.

LAMBERT, M. I.; BORRESEN, J. Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Champaign, v. 5, n. 3, p. 406–411, 2010.

LAMOTTE, M.; CHEVALIERA, A.; JAMON, A.; BRASSINE, E.; BORNE, P. H. van der. Hemodynamic response of an isokinetic testing and training session. *Isokinetics and Exercise Science*, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 135-143, 2009.

LANG, T.; STREEPER, T.; CAWTHON, P.; BALDWIN, K.; TAAFFE, D. R.; HARRIS, T. B. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International*, London, v. 21, n. 4, p. 543-559, Apr. 2010.

LAURENTINO, G.; LOENNEKE, J. P.; TEIXEIRA, E. L.; NAKAJIMA, E.; IARED, W.; TRICOLI, V. The effect of cuff width on muscle adaptations after blood flow restriction training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 48, n. 5, p. 920-925, 2016.

LAURENTINO, G.; UGRINOWITSCH, C.; AIHARA, A. Y.; FERNANDES, A. R.; PARCELL, A. C.; RICARD, M. Effects of strength training and vascular occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v. 29, n. 8, p. 664-667, 2008.

LAURENTINO, G.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; AOKI, M. S.; SOARES, A. G.; NEVES, M.; AIHARA, A. Y.; FERNANDES, R. C. A.; TRICOLI, V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 44, n. 3, p. 406-412, 2012.

LEWIS, S. F.; SNELL, P. G.; TAYLOR, W. F.; HAMRA, M.; GRAHAM, R. M.; PETTINGER, W. A.; BLOMQUIST, C. G. Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 58, n. 1, p. 146-151, 1985.

LIBARDI, C. A.; CATAI, A. M.; MIQUELINI, M.; BORGHI-SILVA, A.; MINATEL, V.; ALVAREZ, I. F.; MILAN-MATTOS, J. C.; ROSCHEL, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Hemodynamic responses to blood flow restriction and resistance exercise to muscular failure. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v. 38, n. 2, p. 134-140, Feb. 2017.

LIM, S. S.; VOS, T.; FLAXMAN, A. D.; DANAEI, G.; SHIBUYA, K.; ADAIR-ROHANI, H.; MOKDAD, A. H. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *The Lancet*, London, v. 381, n. 9874, p. 2224-2260, 2013.

- LIXANDRÃO, M. E.; UGRINOWITSCH, C.; LAURENTINO, G.; LIBARDI, C. A.; AIHARA, A. Y.; CARDOSO, F. N.; TRICOLI, V.; ROSCHEL, H. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 115, n. 12, p. 2471–2480, 2015.
- LOENNEKE, J. P.; BALAPUR, A.; THROWER, A. D.; BARNES, J. T.; PUJOL, T. J. The perceptual responses to occluded exercise. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v. 32, n. 3, p. 181–184, 2011.
- LOENNEKE, J. P.; BALAPUR, A.; THROWER, A. D.; BARNES, J.; PUJOL, T. J. Blood flow restriction reduces time to muscular failure. *European Journal of Sport Science*, Abingdon, v. 12, n. 3, p. 238–243, 2012a.
- LOENNEKE, J. P.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; SHERK, V. D.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 112, n. 8, p. 2903–2912, 2012b.
- LOENNEKE, J. P.; FAHS, C. A.; THIEBAUD, R. S.; ROSSOW, L. M.; ABE, T. The acute hemodynamic effects of blood flow restriction in the absence of exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 33, n. 1, p. 79–82, 2013a.
- LOENNEKE, J. P.; KEARNEY, M. L.; THROWER, A. D.; COLLINS, S.; PUJOL, T. J. The acute response of practical occlusion in the knee extensors. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 24, n. 10, p. 2831–2834, 2010.
- LOENNEKE, J. P.; KIM, D.; FAHS, C. A.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T.; LARSON R. D.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. The influence of exercise load with and without different levels of blood flow restriction on acute changes in muscle thickness and lactate. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, Apr. 2016a. doi 10.1111/cpf.12367. Epub ahead of print.
- LOENNEKE, J. P.; KIM, D.; MOUSER, G.; ALLEN, K. M.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction? *Physiology & Behavior*, Elmsford, v. 157, n. 1, p. 277–80, Apr. 2016b.
- LOENNEKE, J. P.; PUJOL, T. J. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Conditioning Research*, Champaign, v. 31, n. 3, p. 77–84, 2009.
- LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T. Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 24, p. 415–422, 2014.
- LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Blood flow restriction does not result in prolonged decrements in

torque. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 113, n. 4, p. 923–931, 2013b.

LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Blood flow restriction: effects of cuff type on fatigue and perceptual responses to resistance exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, Budapest, v. 101, n. 2, p. 158–166, 2014.

LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Effect of cuff type on arterial occlusion. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 33, n. 4, p. 325–327, 2013b. 2013c.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, J. M.; BALAPUR, A.; THROWER, A. D.; BARNES, J. T.; PUJOL, T. J. Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 32, n. 4, p. 268-73, 2012c.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, J. M.; MARÍN, P. J.; ZOURDOS, M. C.; BEMBEN, M. G. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 112, n. 5, p. 1849 – 1859, 2012d.

LOWERY, R. P.; JOY, J. M.; LOENNEKE, J. P.; SOUZA, E. O.; MACHADO, M.; DUDECK, J. E.; WILSON, J. M. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 34, n. 4, p. 317-321, 2014.

MACDOUGALL, J. D.; MCKELVIE, R. S.; MOROZ, D. E.; SALE, D. G.; MCCARTNEY, N.; BUICK, F. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 73, n. 4, p. 1590-1597, 1992.

MADARAME, H.; KURANO, M.; FUKUMURA, K.; FUKUDA, T.; NAKAJIMA, T. Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 33, n. 1, p. 11-17, 2013.

MADARAME, H.; NEYA, M.; OCHI, E.; NAKAZATO, K.; SATO, Y.; ISHII, N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 40, n. 2, p. 258–263, 2008.

MAIOR, A. S.; SIMÃO, R.; MARTINS, M. S.; SALLES, B. F.; WILLARDSON, J. M. Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 29, n. 10, p. 2894-2899, 2015.

MALACHIAS, M. V. B.; SOUZA, W. K. S. B.; PLAVNIK, F. L.; RODRIGUES C. I. S.; BRANDÃO, A. A. 7ª Diretriz brasileira de hipertensão. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v. 107, n. 3, set. 2016.

- MANCIA, G.; FAGARD, R.; NARKIEWICZ, K.; REDÓN, J.; ZANCHETTI, A.; BÖHM, M.; CHRISTIAENS, T. Guidelines for the management of arterial hypertension: the task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Journal of Hypertension*, London, v. 31, n. 7, p. 1281-1357, 2013.
- MANIMMANAKORN, A.; MANIMMANAKORN, N.; TAYLOR, N.; DRAPER, N.; BILLAUT, F.; SHEARMAN, J. P.; HAMLIN, M. J. Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 113, n. 7, p. 1767-1774, 2013.
- MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, New York, v. 37, n. 2, p. 78-85, Apr. 2009.
- MANINI, T. M.; YARROW, J. F.; BUFORD, T. W.; CLARK, B. C.; CONOVER, C. F.; BORST, S. E. Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men. *Growth Hormone & IGF Research*, London, v. 22, n. 5, p. 167-172, 2012.
- MARTIN-HERNANDEZ, J.; MARÍN, P. J.; MENÉNDEZ, H.; FERRERO, C.; LOENNEKE, J. P.; HERRERO, A. J. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 23, n. 2, p. 114-120, 2013.
- MATSUDA, M.; WATANABE, K.; SAITO, A.; MATSUMURA, K.; ICHIKAWA, M. Circumstances, activities, and events precipitating aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, Philadelphia, v. 16, n. 1, p. 25-29, 2007.
- MATTOCKS, K. T.; JESSE, M. B.; COUNTS, B. R.; BUCKNER, S. L.; GRANT MOUSER, J.; DANKEL, S. J.; LAURENTINO, G. C. The effects of upper body exercise across different levels of blood flow restriction on arterial occlusion pressure and perceptual responses. *Physiology & Behavior*, New York, v. 171-186, Mar. 2017.
- MAY, A. K.; BRANDNER, C. R.; WARMINGTON, S. A. Hemodynamic responses are reduced with aerobic compared with resistance blood flow restriction exercise, *Physiological Reports*, Tokyo, v. 5, n. 3, p. 1-10, 2017.
- MCGOWAN, C. L.; LEVY, A. S.; MCCARTNEY, N.; MACDONALD, M. J. Isometric handgrip training does not improve flow-mediated dilation in subjects with normal blood pressure. *Clinical Science*, London, v. 112, n. 7, p. 403-409, 2007.
- MILES, D. S.; OWENS, J. J.; GOLDBERGER, J. C.; GOTSHALL, R. W. Central and peripheral hemodynamics during maximal leg extension exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v. 56, n. 1, p. 12-17, 1987.

- MOORE, D. R.; BURGOMASTER, K. A.; SCHOFIELD, L. M.; GIBALA, M. J.; SALE, D. G.; PHILLIPS, S. M. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 92, n. 4-5, p. 399-406, 2004.
- MORREE, H. M.; KLEIN, C.; MARCORA, S. M. Perception of effort reflects central motor command during movement execution. *Psychophysiology*, Malden, v. 49, n. 9, p. 1242–1253, 2012.
- MOZAFFARIAN, D.; BENJAMIN, E. J.; GO, A. S.; ARNETT, D. K.; BLAHA, M. J.; CUSHMAN, M. Heart disease and stroke statistics-2015: update a report from the American Heart Association. *Circulation*, Hagerstown, v. 131, n. 4, e29-322, Jan. 2015.
- NAKAJIMA, T.; KURANO, M.; SAKAGAMI, F.; LIDA, H.; FUKUMURA, K.; FUKUDA, T.; TAKANO, H. Effects of low-intensity KAATSU resistance training on skeletal muscle size/strength and endurance capacity in patients with ischemic heart disease. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2010.
- NERY, S. S.; GOMIDES, R. S.; SILVA, G. V.; FORJAZ, C. L. M.; MION JUNIOR, D.; TINUCCI, T. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. *Clinics*, São Paulo, v. 65, n. 3, p. 271-277, 2010.
- NETO, G. R.; NOVAES, J. S.; DIAS, I.; BROW, A.; VIANNA, J.; CIRILO-SOUSA, M. S. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, Apr. 2016a. Epub ahead of print.
- NETO, G. R.; NOVAES, J. S.; SALERNO, V. P.; GONÇALVES, M. M.; PIAZERA, B. K. L.; RODRIGUES, T.; CIRILO-SOUSA, M. S. Acute Effects of resistance exercise with continuous and intermittent blood flow restriction on hemodynamic measurements and perceived exertion. *Perceptual and Motor Skills*, Missoula, Nov. 2016b. Epub ahead of print.
- NETO, G. R.; SOUSA, M. S.; COSTA, E.; SILVA, G. V.; GIL, A. L.; SALLES, B. F.; NOVAES, J. S. Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 36, n. 1, p. 53-59, 2016c.
- NETO, G. R.; SOUSA, M. S.; COSTA, P. B.; SALLES, B. F.; NOVAES, G. S.; NOVAES, J. S. Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 29, n. 4, p. 1064-1070, 2015.
- NIELSEN, J. L.; AAGAARD, P.; BECH, R. D.; NYGAARD, T.; HVID, L. G.; WERNBOM, M.; SUETTA, C.; FRANDSEN, U. Proliferation of myogenic stem cells in

human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *The Journal of Physiology*, London, v. 590, n. 17, p. 4351-4361, 2012.

NÓBREGA, A. C. L.; FREITAS, E. V.; OLIVEIRA, M. A. B.; LEITÃO, M. B.; LAZZOLI, J. K.; NAHAS, R. M.; ROSE, E. H. Posicionamento oficial da sociedade brasileira de medicina do esporte e da sociedade brasileira de geriatria e gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 5, n. 6, p. 207-211, nov./dez. 1999.

OHTA, H.; KUROSAWA, H.; IKEDA, H.; IWASE, Y.; SATOU, N.; NAKAMURA, S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, Basingstoke, v. 74, n. 1, p. 62-68, 2003.

OKUNO, N. M.; PEDRO, R. E.; LEICHT, A. S.; RAMOS, S. P.; NAKAMURA, F. Y. Cardiac autonomic recovery after a single session of resistance exercise with and without vascular occlusion. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 28, n. 4, p. 1143-1150, 2014.

OZAKI, H.; BRECHUE, W. F.; SAKAMAKI, M.; YASUDA, T.; NISHIKAWA, M.; AOKI, N.; OGITA, F.; ABE, T. Metabolic and cardiovascular responses to upright cycle exercise with leg blood flow reduction. *Journal of Sports Science and Medicine*, Bursa, v. 9, n. 2, p. 224-230, 2010.

OZAKI, H.; YASUDA, T.; OGASAWARA, R.; SUKAMAKI-SUNAGA, M.; NAITO, H. Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions. *European Journal Applied of Physiology*, Berlin, v. 113, n. 1, p. 167-174, 2013.

PALATINI, P.; MOS, L.; MUNARI, L.; VALLE, F.; DEL TORRE, M.; ROSSI, A.; VAROTTO, L.; MARCOR, F.; MARTINA, S.; PESSINA, A. C. Blood pressure changes during heavy-resistance exercise. *Journal Hypertension: Supplement*, London, v. 7, n. 6, p. 72-73, 1989.

PARK, S. Y.; KWAK, Y. S.; HARVESON, A.; WEAVIL, J. C.; SEO, K. E. Low intensity resistance exercise training with blood flow restriction: insight into cardiovascular function, and skeletal muscle hypertrophy in humans. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, Seoul, v. 19, n. 3, p. 191-196, 2015.

PATTERSON, S. D.; FERGUSON, R. A. Enhancing strength and postocclusive calf blood flow in older people with training with blood-flow restriction. *Journal of Aging and Physical Activity*, Champaign, v. 19, n. 3, p. 201-213, 2011.

PATTERSON, S. D.; FERGUSON, R. A. Increase in calf post-occlusive blood flow and strength following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in young women. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 108, n. 5, p. 1025-1033, 2010.

- PEARSON, S. J.; HUSSAIN, S. R. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine*, v. 45, n. 2, p. 187-200, 2015.
- PENAZ, J. Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger. Digest of the 10th international conference on medical and biological engineering, 1973. p. 104.
- PESCATELLO, L. S.; FRANKLIN, B. A.; FAGARD, R.; FARQUHAR, W. B.; KELLEY, G. A.; RAY, C. A. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 36, n. 3, p. 533-553, Mar. 2004.
- PICKERING, T. G.; HALL, J. E.; APPEL, L. J.; FALKNER, B. E.; GRAVES, J.; HILL, M. N.; JONES, D. H.; KURTZ, T.; SHEPS, S. G. Recommendations for blood pressure measurement in humans: an AHA scientific statement from the council on high blood pressure research professional and public education subcommittee. *Journal of Clinical Hypertension*, Greenwich, v. 7, n. 2, p. 102-109, 2005.
- PIERCE, J.; CLARK, B.; PLOUTZ-SNYDER, L.; KANALEY, J. Growth hormone and muscle function response to skeletal muscle ischemia. *Journal Applied of Physiology*, Bethesda, v. 101, p. 1588-1595, 2006.
- PINTO, R. R.; KARABULUT, M.; POTON, R.; POLITO, M. D. Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, Jun. 2016. Epub ahead of print.
- PINTO, R. R.; POLITO, M. D. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 36, n. 5, p. 407-413, 2016.
- PLOUTZ, L. L.; TESCH, P. A.; BIRO, R. L.; DUDLEY, G. A. Effect of resistance training on muscle use during exercise. *Jornal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 76, n. 4, p. 1675-1681, 1994.
- POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto ao exercício contra resistência: uma revisão de literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, Porto, v. 3, n. 1, p. 79-91, 2003.
- POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T.; LIRA, V. A.; NOBREGA, A. C. Blood pressure assessment during resistance exercise: comparison between auscultation and finapres. *Blood Pressure Monitoring*, Farmington, v. 12, n. 2, p: 81-86, 2007.
- POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. A brief review: exercise and blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 27, n. 10, p. 2914-2926, 2013.

- POTON, R.; POLITO, M. D. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 36, n.3, p. 231-236, 2016.
- POTON, R.; POLITO, M. D. Hemodynamic responses during lower-limb resistance exercise with blood flow restriction in healthy subjects. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Torino, v. 55, n. 12, p. 1571-1577, 2015.
- POTON, R.; POLITO, M. D. Respostas cardiovasculares durante exercício resistido com restrição do fluxo sanguíneo. *Revista Brasileira de Cardiologia*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 600-606, 2014.
- POWERS, S. K; HOWLEY, E. T. *Fisiologia do exercício, teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. Barueri: Manole, 2009.
- PRITCHETT, R. C.; GREEN, J. M.; WICKWIRE, P. J.; PRITCHETT, K. L.; KOVACS, M. S. Acute and session RPE responses during resistance training: bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. *South African Journal of Sports Medicine*, Cape Town, v. 21, n. 1, p. 23–26, 2009.
- RATAMESS, N. A.; ALVAR, B. A.; EVETOCH, T. K.; HOUSH, T. J.; KIBLER, W. B.; KRAEMER, W.J. Progression models in resistance training for healthy adults, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
- REEVES, G.; KRAEMER, R.; HOLLANDER, D.; CLAVIER, J.; THOMAS, C.; FRANCOIS, M.; CASTRACANE, V. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 101, n. 6, p. 1616-1622, 2006.
- RENZI, C. P.; TANAKA, H.; SUGAWARA, J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 42, n. 4, p. 726-732, 2010.
- ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; RUTKOWSKI, J.; LENZ, B.; DIXON, C.; TIMMER, J.; FRAZEE, K.; DUBE, J.; ANDREACCI, J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 35, n. 2, p. 333-341, 2003.
- ROSSOW, L. M.; FAHS, C. A.; LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; SHERK, V. D.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 32, n. 5, p. 331-337, 2012.
- ROSSOW, L. M.; FAHS, C. A.; SHERK, V. D.; SEO, D.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. The effect of acute blood-flow-restricted resistance exercise on postexercise

blood pressure. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 31, n. 6, p. 429-434, 2011.

ROWELL, L. B. Neural control of muscle blood flow: importance during dynamic exercise. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology*, Oxford, v. 24, n. 2, p. 117-125, 1997.

SAKURABA, K.; ISHIKAWA, T. Effect of isokinetic resistance training under a condition of restricted blood flow with pressure. *Journal of Orthopaedic Science*, Tokyo, v. 14, n. 5, p. 631-639, 2009.

SALE, D. G.; MOROZ, D. E.; MCKELVIE, R. S.; MACDOUGALL, J. D.; MCCARTNEY, N. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Canadian Journal of Applied Physiology*, Champaign, v. 19, n. 1, p. 60-74, 1994.

SATA, S. Kaatsu training for patella tendinitis patient. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 29-32, 2005.

SATO, Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.

SCALA, L. C.; MAGALHÃES, L. B.; MACHADO, A. Epidemiologia da hipertensão arterial sistêmica. In: MOREIRA, S. M.; PAOLA, A. V.; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. *Livro texto da Sociedade Brasileira de Cardiologia*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2015. p. 780-785.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine*, v. 43, n. 3, p. 179–194, 2013.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, 2010.

SCOTT, B. R.; LOENNEKE, J. P.; SLATTERY, K. M., DASCOMBE, B. J. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine*, Auckland, v. 45, n. 3, p. 313-325, 2015.

SEALS, D. R. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 75, n. 3, p. 1426-1431, 1993.

SHARMAN, J. E.; STOWASSER, M. Australian association for exercise and sports science position statement on exercise and hypertension. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Belconnen, v. 12, n. 2, p. 252-257, 2009.

SHAW, J. A.; MURRAY, D. G. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *The Journal of Bone and Joint Surgery American*, Boston, v. 64, n. 8, p. 1148–1152, 1982.

SHIMIZU, R.; HOTTA, K.; YAMAMOTO, S.; MATSUMOTO, T.; KAMIYA, K.; KATO, M. Low intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.

SHINOHARA, M.; KOUZAKI, M.; YOSHIHISA, T.; FUKUNAGA, T. Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v. 77, n. 1-2, p. 189-191, 1998.

SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: a systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Belconnen, v. 19, n. 8, p. 669-675, 2016.

SMOLANDER J.; AMINOFF, T.; KORHONEN, I.; TERVO, M.; SHEN, N.; KORHONEN, O.; LOUHEVAARA, V. Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men. *European journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v. 77, n. 5, p. 439-444, 1998.

STEBBINS, C. L.; WALSER, B.; JAFARZADEH, M. Cardiovascular responses to static and dynamic contraction during comparable workloads in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, Bethesda, v. 283, n. 3, p. 568–575, 2002.

SUDO, M.; ANDO, S.; POOLE, D. C.; KANO, Y. Blood flow restriction prevents muscle damage but not protein synthesis signaling following eccentric contractions, *Physiological Reports*, Tokyo, v. 3, n. 7, p: 1-10, 2015.

SUGA, T.; OKITA, K.; MORITA, N.; YOKOTA, T.; HIRABAYASHI, K.; HORIUCHI, M.; TAKADA, S.; TAKAHASHI, T.; OMOKAWA, M.; KINUGAWA, S.; TSUTSUI, H. Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 106, n. 4, p. 1119-1124, 2009.

SUGA, T.; OKITA, K.; MORITA, N.; YOKOTA, T.; HIRABAYASHI, K.; HORIUCHI, M.; TAKADA, S.; OMOKAWA, M.; KINUGAWA, S. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 108, n. 6, p. 1563–1567, 2010.

SUGA, T.; OKITA, K.; TAKADA, S.; OMOKAWA, M.; KADOGUCHI, T.; YOKOTA, T.; HIRABAYASHI, K.; TAKAHASHI, M. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 112, n. 11, p. 3915-3920, 2012.

- SUMIDE, T.; SAKUKABA, K.; SAWAKI, K.; OHMURA, H.; TAMURA, Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Belconnen, v. 12, n. 1, p. 107-112, 2009.
- SWEET, T. W.; FOSTER, C.; MCGUIGAN, M. R.; BRICE, G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Conditioning Research*, Champaign, v. 18, p. 796–802, 2004.
- TAKADA, S.; OKITA, K.; SUGA, T.; OMOKAWA, M.; MORITA, N.; HORIUCHI, M.; KADOGUCHI, T.; TAKAHASHI, M.; YASHI, K. H.; YOKOTA, T.; KINUGAWA, S. Blood flow restriction exercise in sprinters and endurance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 44, n. 3, p. 413-419, 2012.
- TAKANO, H.; MORITA, T.; IIDA, H.; ASADA, K.; KATO, M.; UNO, K.; HIROSE, K.; Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 95, n. 1, p. 65–73, 2005.
- 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. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 88, n. 1, p. 61-65, 2000a.
- TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 86, n. 4, p. 308-314, 2002.
- 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. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 88, n. 6, p. 2097–2106, 2000b.
- TAKARADA, Y.; TSURUTA, T.; ISHII, N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *The Japanese Journal of Physiology*, Tokyo, v. 54, n. 6, p. 585-592, 2004.
- TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; ISHII, N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 32, n. 12, p. 2035–2039, 2000c.
- TATSUMI, R.; LIU, X.; PULIDO, A.; MORALEZ, M.; SAKATA, T.; DIAL, S.; HATTORI, A.; IKEUCHI, Y.; ALLEN, R. E. Satellite cell activation in stretched skeletal muscle and the role of nitric oxide and hepatocyte growth factor. *American Journal of Physiology. Cell Physiology*, Bristol, v. 290, n. 6, p. 1487–1494, 2006.

- THIEBAUD, R. S.; YASUDA, T.; LOENNEKE, J. P.; ABE, T. Effects of low-intensity concentric and eccentric exercise combined with blood flow restriction on indices of exercise-induced muscle damage. *Interventional Medicine and Applied Science*, Budapest, v. 5, n. 2, p. 53-59, 2013.
- UMBEL, J. D.; HOFFMAN, R. L.; DEARTH, D. J.; CHLEBOUN, G. S.; MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Delayed-onset muscle soreness induced by low-load blood flow-restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 107, n. 6, p. 687-695, 2009.
- VAN ROIE, E.; BAUTMANS, I.; COUDYZER, W.; BOEN, F.; DELECLUSE, C. Low- and high-resistance exercise: long-term adherence and motivation among older adults. *Gerontology*, Basel, v. 6, n. 6, p. 551-560, 2015.
- VECHIN, F. C.; LIBARDI, C. A.; CONCEIÇÃO, M. S.; DAMAS, F. R.; LIXANDRÃO, M. E.; BERTON, R. P. B.; TRICOLI, V. A. A.; ROSCHEL, H. A.; CAVAGLIERI, C. R. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 29, n. 4, p. 1071-1076, 2015.
- VERMEER, S. E.; RINKEL, G. J.; ALGRA, A. Circadian fluctuations in onset of subarachnoid hemorrhage: new data on aneurysmal and perimesencephalic hemorrhage and a systematic review. *Stroke*, Dallas, v. 28, n. 4, p. 805-808, 1997.
- VIEIRA, A.; GADELHA, A. B.; FERREIRA JUNIOR, J. B.; VIEIRA, C. A.; MELO, K. V. K. S., E.; CADORE, E. L.; WAGNER, D. R.; BOTTARO, M. Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 35, n. 5, p. 323-327, Sep. 2015.
- VIEIRA, P. J. C.; CHIAPPA, G. R.; UMPIERRE, D.; STEIN, R.; RIBEIRO, J. P. R. Hemodynamic responses to resistance exercise with restricted blood flow in young and older men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 27, n. 8, p. 2288-2294, 2013.
- VILLANUEVA, M. G.; LANE, C. J.; SCHROEDER, E. T. Short rest interval lengths between sets optimally enhance body composition and performance with 8 weeks of strength resistance training in older men. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 115, n. 2, p. 295-308, 2015.
- WANG, W. Z.; BAYNOSA, R. C.; ZAMBONI, W. A. Update on ischemia-reperfusion injury for the plastic surgeon: 2011. *Plastic and Reconstructive Surgery*, Baltimore, v. 128, n. 6, p. 685e-692e, 2011.
- WEATHERHOLT, A.; BEEKLEY, M.; GREER, S.; URTEL, M.; MIKESKY, A. Modified Kaatsu training: adaptations and subject perceptions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 45, n. 5, p. 952-961, 2013.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; RAASTAD, T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 18, n. 4, p. 401-416, 2008.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOME, R. Effects of vascular occlusion on muscular endurance in dynamic knee extension exercise at different submaximal loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 20, n. 2, p. 372-377, May 2006.

WERNBOM, M.; JÄRREBRING, R.; ANDREASSON, M. A.; AUGUSTSSON, J. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 23, n. 8, p. 2389-2395, 2009.

WERNBOM, M.; PAULSEN, G.; NILSEN, T. S.; HISDAL, J.; RAASTAD, T. Contractile function and sarcolemmal permeability after acute low-load resistance exercise with blood flow restriction. *European Journal Applied Physiology*, Berlin, v. 112, n. 6, p. 2051-63, 2012.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G.; LANNERGREN, J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *News in Physiological Sciences*, Bethesda, v. 17, n. 1, p. 17-21, 2002.

WIECEK, E. M.; McCARTNEY, N.; McKELVIE, R. S. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *American Journal of Cardiology*, New York, v. 66, n. 15, p. 1065-1069, 1990.

WILBORN, C.; GREENWOOD, M.; WYATT, F.; BOWDEN, R.; GROSE, D. The effects of exercise intensity and body position on cardiovascular variables during resistance exercise. *Journal of Exercise Physiology Online*, Duluth, v. 7, n. 4, p. 29-36, 2004.

WILLIAMS, M. A.; HASKELL, W. L.; ADES, P. A.; AMSTERDAM, E. A.; BITTNER, B.; FRANKLIN, B. A.; GULANICK, M.; LAING, S. T.; STEWART, K. J. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, Dallas, v. 116, n. 5, p. 572-584, 2007.

WILLIAMSON, J. W.; FADEL, P. J.; MITCHELL, J. H. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. *Experimental Physiology*, Cambridge, v. 91, n. 1, p. 51-58, Jan. 2006.

WILLIAMSON, J. W.; MCCOLL, R.; MATHEWS, D.; MITCHELL, J. H.; RAVEN, P. B.; MORGAN, W. P. Hypnotic manipulation of effort sense during dynamic exercise:

cardiovascular responses and brain activation. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 90, n. 4, p. 1392–1399, 2001.

WILSON, J. M.; LOWERY, R. P.; JOY, J. M.; LOENNEKE, J. P.; NAIMO, M. A. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 27, n. 11, p. 3068–3075, 2013.

YAMANAKA, T. FARLEY, R. S.; CAPUTO, J. L. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Champaign, v. 26, n. 9, p. 2523-2529, 2012.

YASUDA, T.; ABE, T.; BRECHUE, W. F.; IIDA, H.; TAKANO, H.; MEGURO, K.; KURANO, M.; FUJITA, S.; NAKAJIMA, T. Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism: Clinical and Experimental*, New York, v. 59, n. 10, p. 1510 – 1519, 2010a.

YASUDA, T.; ABE, T.; SATO, Y.; MIDORIKAWA, T.; KEARNS, C. F.; INOUE, K.; RYUSHI, T.; ISHII, N. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *International J KAATSU Training Research*, Tokyo, v. 1, n. 2, p. 65-70, 2005.

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. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 30, n. 5, p. 338–343, 2010b.

YASUDA, T.; FUKUMURA, K.; FUKUDA, T.; LIDA, H.; IMUTA, H.; SATO, Y.; YAMASOBA, T.; NAKAJIMA, T. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 24, n. 1, p. 55–61, 2014a.

YASUDA, T.; FUKUMURA, K.; FUKUDA, T.; UCHIDA, Y.; IIDA, H.; MEGURO, M.; SATO, Y.; YAMASOBA, T.; NAKAJIMA, T. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Copenhagen, v. 24, n. 5, p. 799-806, 2014b.

YASUDA, T.; OGASAWARA, R.; SAKAMAKI, M.; BEMBEN, M. G.; ABE, T. Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow-restricted low-intensity resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Oxford, v. 31, n. 5, p. 347-351, 2011b.

YASUDA, T.; OGASAWARA, R.; SAKAMAKI, M.; OZAKI, H.; SATO, Y.; ABE, T. Combined effects of low intensity blood flow restriction training and high-intensity

resistance training on muscle strength and size. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 111, n. 10, p. 2525-2533, 2011a.

YOKOKAWA, Y.; HONGO, M.; URAYAMA, H.; NISHIMURA, T.; KAI, I. Effects of low-intensity resistance exercise with vascular occlusion on physical function in healthy elderly people. *Bioscience Trends*, Tokyo, v. 2, n. 3, p. 117-123, 2008.

ZAMUNÉR, A.; MORENO, M.; CAMARGO, T.; GRAETZ, J.; REBELO, A.; TAMBURÚS, N.; SILVA, E. Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the Borg CR-10 scale. *Journal of Sports Science and Medicine*, Bursa, v. 10, n. 1, p. 130-136, 2011.

ZOU, K.; MEADOR, B. M.; JOHNSON, B.; HUNTSMAN, H. D.; MAHMASSANI, Z.; VALERO, M. C.; HUEY, K. A.; BOPPART, M. D. The $\alpha 7\beta 1$ -integrin increases muscle hypertrophy following multiple bouts of eccentric exercise. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v. 111, n. 4, p. 1134–1141, 2011.

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –VERSÃO CURTA -

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: ____ Sexo: F () M ()

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal;
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?
dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?
horas: ____ Minutos: ____

2a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar,

dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração **(POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)**

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas _____ minutos

4b Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**? _____ horas _____ minutos

ANEXOS

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

.....

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA

NOME: _____

Documento de identidade Nº: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Endereço: _____ n _____ APTO _____

Bairro: _____ Cidade: _____ CEP: _____

Telefone: _____

.....

DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

Título do Projeto de Pesquisa: **“EFEITO DA RESTRIÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO SOBRE A HEMODINÂMICA, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO E LACTACIDEMIA DURANTE A EXTENSÃO DE JOELHOS EM MULHERES HIPERTENSAS”**

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito.

Justificativa e os objetivos da pesquisa:

O exercício de musculação tem sido recomendado para os hipertensos, mas o comportamento da pressão arterial durante e logo após a realização deste exercício foi pouco estudado em pessoas com hipertensão arterial controlada por medicamentos. Assim, a senhora está sendo convidada a participar de uma pesquisa científica que tem por objetivo comparar sessões de musculação, um único exercício, a extensora bilateral, sobre sua pressão arterial, sensações subjetivas de esforço e de dor e sobre o lactato.

Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais:

A senhora participará de cinco visitas ao CEFE;

Na primeira visita será respondido um questionário sobre prontidão para atividade física, será avaliado o valor de repouso do lactato, com uma perfuração leve na região externa do quarto dedo. Será aferida a pressão arterial de repouso e explicado sobre os questionários que serão usados nos dias de experimento, o de ansiedade, o de esforço e o de dor. Na primeira visita também será feito o teste de 1RM que consiste em verificar qual o máximo de peso que a senhora consegue levantar uma só vez no aparelho extensora bilateral. Será também feito a familiarização com o exercício resistido inflando o manguito na raiz das duas coxas com o intuito de restringir o fluxo sanguíneo das pernas. Na segunda visita será feita a confirmação do teste de 1RM. As últimas três visitas serão sorteadas para saber qual o exercício a senhora irá realizar. Será feito o protocolo experimental apenas restringindo o fluxo sanguíneo com o manguito inflado de acordo com a circunferência da sua coxa. Os manguitos irão ficar inflados por quatro minutos e após a retirada dos mesmos a senhora irá responder sobre a dor e o esforço que sentiu. Além disso, o dedo será puncionado para medir o lactato.

A senhora também irá realizar, em dois dias diferentes, 3 séries de 10 repetições com 20% de 1RM com restrição do sangue por meio dos manguitos inflados e em outro dia 3 séries de 10 repetições com 65% 1RM sem a restrição do sangue nas pernas. Após o fim de cada série de exercícios a senhora irá responder sobre a dor e o esforço que sentiu, e ao final das três séries, o dedo será puncionado para medir o lactato.

Desconfortos e riscos esperados:

As pessoas hipertensas podem ficar com a pressão arterial muito alta durante o exercício, mas se a senhora cansar e diminuir a velocidade do exercício, o mesmo será interrompido. Todos os testes deste estudo são seguros e bem tolerados. Porém, alguns desconfortos podem ocorrer, como: a) a senhora poderá sentir um certo cansaço e dor muscular passageira após o exercício ou após a restrição do fluxo sanguíneo. No entanto, este desconforto, cansaço ou dor será mínimo e não a impedirá de prosseguir com as suas atividades diárias. A punção do dedo para tirar uma gota de sangue para medir o lactato é rápida, mas, pode gerar um certo desconforto momentâneo.

ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. A senhora terá acesso, a qualquer tempo, às informações sobre os procedimentos, riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa, inclusive para tirar dúvidas sobre o estudo;
2. A senhora poderá desistir da pesquisa científica quando quiser, tendo a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar dar explicações;
3. A senhora tem direito a confidencialidade, sigilo e privacidade de seus dados, sendo que sua imagem e nome não serão divulgados em nenhum momento. De fato, os dados obtidos nos testes serão apresentados somente como médias e de forma anônima.

.....

INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇO ELETRÔNICO E TELEFONE DA RESPONSÁVEL PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCOR-RÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Roberta Ramos Pinto/ roberta.ramos@ifpr.edu.br

Tel: (43) 8424-3895/9631-4653.

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

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

Londrina, _____ de _____ de 2014.

Assinatura da voluntária _____

Assinatura da pesquisadora _____

Roberta Ramos Pinto

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 Pclito
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**

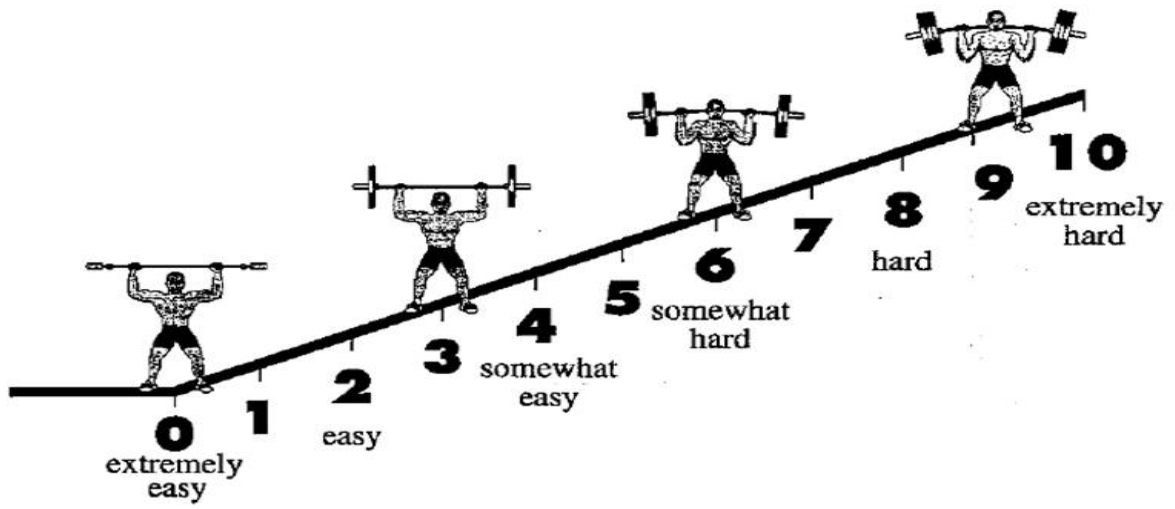
Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá apresentar ao CEP/UEL, via Plataforma Brasil, relatório final da pesquisa.

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



ANEXO C
Escala Omni



ANEXO D

Artigo Publicado

Clin Physiol Funct Imaging (2015)

doi: 10.1111/cpf.12245

Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects

Roberta R. Pinto and Marcos D. Polito

Research Group of Cardiovascular Response and Exercise, Londrina State University, Londrina, PR, Brazil

Summary

Correspondence

Marcos Polito, PhD, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Londrina, PR 86050-520, Brazil
E-mail: marcospolito@uel.br

Accepted for publication

Received 3 September 2014;
accepted 16 February 2015

Key words

blood pressure; cardiovascular system; Kaatsu training; muscle strength; resistance training

Purpose: This study aimed to compare haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction (BFR) in hypertensive women.

Methods: Twelve hypertensive women undertook three random experimental sessions in the leg-press exercise: (i) Three sets, eight repetitions, 20% of one-repetition maximum (1 RM), with BFR; (ii) Three sets, 15 repetitions, 65% of 1 RM, without BFR; and (iii) three sets, 15 repetitions, 20% of 1 RM, without BFR. The BFR was performed using two sphygmomanometers adjusted to fit both thighs. Systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), stroke volume (SV), cardiac output (CO) and systemic vascular resistance (SVR) were measured on a beat-to-beat continuous basis.

Results: When compared to the 20% without BFR, the session with BFR presented increased values in all sets for the variables SBP, DBP, CO and SVR, and in the 2nd and 3rd sets for HR. The session with BFR also presented increased values compared to the 65% of 1 RM in the 2nd and 3rd sets for the variables SBP, DBP and HR and in all sets for the variables CO and SVR.

Conclusion: Low-intensity resistance exercise with BFR can initiate higher haemodynamic and cardiovascular values than traditional high-intensity resistance exercises in hypertensive women.

Introduction

There is an evidence of the effects of resistance training on reducing blood pressure at rest in people with hypertension (Cornelissen & Smart, 2013). In addition to the cardiovascular effect of resistance training, the increase in muscle strength reduces high blood pressure during exercise (Sale et al., 1994). Resistance training should be prescribed to increase muscle strength in hypertensive patients, with a load of approximately 70% of 1-repetition maximum (1 RM) (Pescatello et al., 2004). However, in subjects with cardiovascular diseases or hypertension, there is a cardiovascular system overload when performing high-intensity resistance exercises (Nery et al., 2010).

One strategy to enable resistance training in people with limitations, to elicit increases in muscle mass and strength, is low-intensity resistance exercise with blood flow restriction (BFR). BFR during resistance training partially obstructs blood flow and decreases oxygen delivery to the muscle, consequently increasing the concentration of local metabolic factors (Wernbom et al., 2006) and the serum growth hormone levels (Takano et al., 2005). Accordingly, low-intensity resistance training with BFR can increase strength and muscle mass (Loenneke et al., 2012).

Independent of the possibility of increasing strength and muscle mass using low-intensity resistance exercise with BFR, the effects of this model on acute measures, particularly cardiovascular, are still little known. The absence of information can be explained by the following: (i) there are few studies related to acute cardiovascular response during resistance exercise with BFR and (ii) there are several methodological differences between these studies. In this context, the cuff pressure to promote the BFR is an important variable because the cuff pressure can change the haemodynamic response during the exercise (Brandner et al., 2014). However, there is no consensus about the optimum cuff pressure during resistance exercise with BFR to increase strength/muscle mass and simultaneous cardiovascular safety. Two previous studies of our laboratory compared haemodynamic responses during a bilateral leg-press exercise (Poton & Polito, 2014a) and unilateral knee extension exercise (Poton & Polito, 2014b) with and without BFR in healthy subjects. In both studies, the BFR was individually determined when the blood flow stopped. We concluded that exercises performed with BFR (15 repetitions; 20% 1 RM) presented a small or equal magnitude of haemodynamic stress compared to the same exercise without BFR (eight repetitions; 80% 1 RM).

2 Haemodynamic and blood flow restriction, R. R. Pinto and M. D. Polito

Regardless of these results, to our knowledge, there are no studies involving resistance exercise with BFR and acute cardiovascular responses in hypertensive patients. Thus, the purpose of this study was to investigate haemodynamic responses during low-resistance exercise with BFR and to compare this with high-resistance exercise without BFR in hypertensive patients. Based on our previous studies, our hypothesis was that resistance exercise with BFR represents less cardiovascular effort than traditional exercise (high load without BFR).

Methods

Subjects

Twelve sedentary women (Table 1), with a hypertension diagnosis and middle risk stratification, having been previously assessed by a clinical cardiologist, took part in this study. The participants were volunteers and all signed a written informed consent after being given explanations about the aim and methodology involved in the study. The ethics committee for research in humans of the Londrina State University (PR, Brazil), number 169/2013, approved the study.

The inclusion criteria were as follows: having a diagnosis of stable hypertension, a medical prescription to practise resistance exercise and not having changed medication in the previous 4 weeks. The exclusion criteria were as follows: a resting blood pressure of greater or equal to 160/100 mmHg, a diabetes mellitus diagnosis, congestive heart failure, ischaemic heart disease, the use of hormone supplementation, being a current smoker, having orthopaedic limitations to exercise and having participated in a training programme prior to the study.

During this study, participants were instructed to eat a meal 2 h before start of the exercise sessions, avoid alcohol and caffeine ingestion for 24 h prior to the test and refrain from exhaustive exercises for 48 h. The experimental test occurred between 2 pm and 4 pm.

Experimental design

The sample underwent five experimental sessions separated by at least 48 h. During the first visit, resting blood pressure,

Table 1 Subjects characteristics and baseline data.

Variables	Subjects (n = 12)
Age (years)	57 ± 7
Weight (kg)	70.3 ± 13.4
Height (cm)	158.7 ± 5.3
Body mass index (kg m ⁻²)	27.7 ± 4.3
Systolic blood pressure (mmHg)	128.7 ± 11.3
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.4 ± 9.7
Heart rate (bpm)	76.6 ± 9.7
One-repetition maximum (kg)	105.6 ± 43.1
Blood flow restriction value (mmHg)	195.8 ± 19.7
Drugs	
Angiotensin II receptor antagonists	8
Angiotensin converting enzyme inhibitor	4

blood flow restriction value, height and weight were measured. The body mass index (BMI) was calculated based on the weight and height, using the following equation: BMI = body weight (kg)/height (m)². During the second visit, the one-repetition maximum test (1 RM) was applied on the bilateral leg-press exercise. The remaining visits were randomized to perform one session at 65% of 1 RM, one session at 20% of 1 RM and one session at 20% of 1 RM with BFR. The exercise protocol at 65% of 1 RM was composed of three sets of eight repetitions with a 60-s rest interval between sets; the exercise protocol at 20% of 1 RM was composed of three sets of 15 repetitions with a 30-s rest interval between sets. During the BFR exercise protocol, both thigh cuffs were simultaneously inflated to the pressure previously obtained by the Doppler equipment, prior to beginning the first set. The cuffs were deflated immediately after the end of the last set. Haemodynamic responses were measured during all exercise sessions using a non-invasive beat-to-beat device.

Resting blood pressure measurement

Omron HEM-742 digital equipment (Bannockburn, USA) was used to measure blood pressure on the first visit. After the subjects had remained seated comfortably for 10 min, blood pressure was measured three times consecutively in the left arm, with a minimum interval of at least 1 min between the measurements. The resting blood pressure was considered as the mean of the final two measurements. The same evaluator performed all measurements.

Haemodynamic measurement during exercise sessions

During the exercise sessions, blood pressure was monitored continuously and non-invasively using a digital photoplethysmography device (FinometerTMPRO, Finapres Medical System, Amsterdam The Netherlands). Penaz (1973) originally described this technique which is based on the volume-clamp principle of the arterial walls. An adapted pneumatic cuff is placed on the medial finger of the left hand and inflated until the pulse in the digital artery is sensed. The pneumatic regulation is adjusted simultaneously by a servo-controlled system that keeps the digital artery volume constant by varying the cuff pressure proportionally, thus providing continuous blood pressure readings. From the blood pressure readings, the equipment uses algorithms to estimate other variables, such as heart rate (HR), stroke volume (SV), cardiac output (CO) and systemic vascular resistance (SVR).

A cuff was applied to the middle finger of the left hand, whilst the left arm was maintained in a relaxed position, supported on a flat surface next to the participant. The equipment performs its own calibration, and this routine was applied for 10 min prior to the exercise sessions. The analysed variables were systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), HR, SV, CO and SVR. Data were transmitted to a

portable computer and analysed using *Beatscope Easy™* software (Finapres Medical System).

The digital photoplethysmography provides the values of cardiovascular variables in each heartbeat. In this sense, were considered the maximum value during the exercise as value of effort and the minimum value during the pause as value of rest between sets.

Blood flow restriction

A vascular Doppler (Martec™ DV600, São Paulo, Brazil), placed in the posterior portion of the medial malleolus over the tibial artery, was used to identify blood flow to the lower limbs. A blood pressure cuff for obese subjects (width 18 cm; length 70 cm) was applied around the thighs of each lower limb and immediately distal to the inguinal fold. The cuff was inflated until the sound of blood flow could not be heard by the Doppler equipment. This point was considered as the blood flow value to be used in the BFR session. The BFR value was based on previous studies of our laboratory (Poton & Polito, 2014a,b).

One-repetition maximum (1 RM) test

After a warm-up consisting of 10 repetitions with no load on the bilateral leg-press exercise (Technogym™, Rome, Italy), the participants performed the 1 RM test. The load was adjusted according to each participant's performance in the

test, until they were only able to complete one correct repetition. Five attempts were allowed, separated by a minimum of 3 min. Participants were instructed not to perform the Valsalva manoeuvre during the exercise.

Rating of perceived exertion

After each session, participants were asked to score their rating of perceived exertion (scale CR-10) (Borg, 1998). The participants had been previously instructed on the use of this scale during their first visit for 1 RM test procedures.

Statistical analyses

The data are presented as mean and standard deviation. Initially, the Gaussian distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test and the Levene's test for homogeneity of variance. A two-way repeated measures ANOVA (sessions \times sets) was used to compare the variations in SBP, DBP, HR, SV, CO and SVR, at rest, during the sets, during the pause and at the end of each exercise over the three experimental sessions. A one-way repeated measures ANOVA was used to verify the differences in the ratings of perceived exertion values. Tukey's post hoc analyses were applied to identify the differences in cases where the F values were higher than the established criteria for statistical significance ($P < 0.05$). The data were analysed using SPSS version 20 (IBM, Armonk, NY, USA).

Table 2 Haemodynamic responses during different exercise sessions.

Session	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	HR (bpm)	SV (ml)	CO (l min ⁻¹)	SVR (mmHg min l ⁻¹)
20% of 1 RM with BFR						
Resting	146.2±19.6	82.2±12.5	76.0±10.4	60.6±15.2	4.5±1.1	26.2±10.9
1st set	187.4±27.5*	109.8±13.7*	99.6±13.7*	53.4±13.2	5.2±1.3*	29.4±10.4
2nd set	225.0±30.1*†	130.2±16.4*†	114.3±26.2*	52.5±15.4	5.6±1.7*	33.6±11.5*
3rd set	237.2±33.2*‡	139.4±22.2*‡	120.3±21.7*	51.6±15.7	5.4±1.6*	37.2±13.1*
Postexercise	154.9±18.4	86.3±10.7	81.0±10.4	61.1±14.3	4.7±1.3	26.6±10.1
20% of 1 RM						
Resting	140.3±18.2	76.9±11.5	75.2±10.3	69.6±21.1	4.8±1.3	23.2±9.5
1st set	177.8±26.0*§	98.3±15.2*§	101.8±13.8*	70.0±26.4	6.7±2.2*§	21.9±8.2§
2nd set	194.4±24.3*§†	108.0±14.3*§†	110.3±19.6*§	65.4±19.3	6.6±1.7*§	22.3±7.3§
3rd set	192.7±24.4*§	109.4±13.5*§‡	105.9±14.1*§	64.6±17.7	6.6±1.7*§	24.6±7.9§
Postexercise	143.7±19.8§	78.9±11.7	78.1±10.3	63.2±20.1	4.9±1.3	23.5±9.8
65% of 1 RM						
Resting	145.0±23.8	80.9±16.1	75.3±10.5	64.4±19.0	4.7±1.3	25.0±10.5
1st set	184.2±27.0*¶	107.6±20.1*	105.3±17.4*	63.7±20.6	6.5±1.8*¶	24.2±10.2¶
2nd set	192.8±25.1*¶	111.5±17.7*¶†	105.2±13.8*¶	61.3±21.9	6.4±1.9*¶	26.1±10.9¶
3rd set	195.7±25.5*¶	110.1±18.2*¶	108.0±17.5*¶	66.8±21.1	6.6±1.8*¶	24.6±9.8¶
Postexercise	147.0±23.1	82.2±16.6	77.6±11.7	62.4±19.8	4.7±1.4	25.2±10.9

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; SV, stroke volume; CO, cardiac output; SVR, systemic vascular resistance.

*Sets significantly different to rest, $p < 0.05$.

†1st to 2nd set significantly different $p < 0.05$.

‡2nd to 3rd set significantly different, $p < 0.05$.

§Significantly different between 20% of 1 RM with BFR and 20% of 1 RM session, $p < 0.05$.

¶Significantly different between 20% of 1 RM and 65% of 1 RM session, $p < 0.05$.

#Significantly different between 20% of 1 RM with BFR and 65% of 1 RM session, $p < 0.05$.

Results

Cardiovascular responses during exercise sessions

The values of the cardiovascular variables during the exercise sessions are described in Table 2. There was a significant increase in the three sets compared to the resting value for SBP, DBP, HR and CO in all the exercise sessions, and for SVR in the 2nd and 3rd sets only in the session at 20% of 1 RM with BFR. On the other hand, postexercise values (obtained 2 min after the sessions) were similar to the resting values for all variables. Regardless of the increase in sets, the set-to-set behaviour was different between the sessions. Concerning SBP, there was a significant increase from the 1st to the 2nd set in the session at 20% of 1 RM without BFR; a significant increase from the 1st to the 2nd set, and from the 2nd to the 3rd set in the session with BFR; and no difference in the session at 65% of 1 RM. Regarding DBP, there were a significant increase from the 1st to the 2nd set in the session at 65% of 1 RM and a significant increase from the 1st to the 2nd set and from the 2nd to the 3rd set in the session at 20% of 1 RM (with and without BFR). Concerning HR, a significant increase was verified only from the 1st to the 2nd set in the session at 20% of 1 RM with BFR. Regarding SVR, there was a significant increase only from the 2nd to the 3rd set in the session at 20% of 1 RM with BFR.

The comparison between sessions showed significant increases in all sets for the session at 20% of 1 RM with BFR compared to the session at 20% of 1 RM without BFR for SBP, DBP, CO and SVR. There was also a significant difference between the same sessions in the 2nd and 3rd set for the HR variable and at the end of the exercise for the SBP. The comparison between the session at 65% of 1 RM and the session at 20% of 1 RM showed differences only for SBP in the first set. On the other hand, when the session at 65% of 1 RM was

compared to the session at 20% of 1 RM with BFR, there was a difference in the 2nd and 3rd sets for the variables SBP, DBP and HR and in the three sets for the CO and SVR variables.

Cardiovascular responses during rest interval between sets

Table 3 shows the values of the haemodynamic variables during the rest intervals between the sets. In this context, differences related to the resting values were identified only in the pauses between the sets in the session at 20% of 1 RM with BFR for SBP, DBP, HR, CO and SVR. No differences were observed between the sessions without BFR. On the other hand, the BFR session showed increased values during the pauses between the sets compared to the other sessions without BFR, for the variables SBP, DBP, HR, CO and SVR.

Rating of perceived exertion

The perceived exertion response was significantly higher after the session with BFR (6.7 ± 2.8) compared to both the low-intensity session without BFR (3.8 ± 2.0) and the high-intensity session without BFR (4.8 ± 1.8). There was no significant difference between the sessions without BFR.

Discussion

The main findings of this study were as follows: (i) haemodynamic behaviour during resistance training, independent of load and BFR, increased when compared to the at rest condition; (ii) the BFR provoked increases SBP, DBP, HR and SVR when compared to the high-intensity session without BFR; and (iii) the BFR demonstrated increases SBP, DBP and SVR during the pauses between sets.

Table 3 Haemodynamics response values during pauses between sets.

Session	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	HR (bpm)	SV (ml)	CO (l min ⁻¹)	SVR (mmHg min l ⁻¹)
20% of 1 RM with BFR						
Resting	146.2±19.6	82.2±12.5	76.0±10.4	61.1±15.2	4.5±1.1	26.2±10.9
1st rest interval	168.5±25.1*	89.7±15.0	79.7±11.2	54.4±14.3	4.4±1.3	35.3±16.1*
2nd rest interval	182.1±25.7*	94.6±14.1*	87.1±11.0*	48.7±13.6	3.7±1.3*	40.5±17.9*
20% of 1 RM						
Resting	140.3±18.2	76.9±11.5	75.2±10.3	71.0±21.1	4.7±1.2	23.2±9.5
1st rest interval	137.5±21.1†	70.9±09.6†	80.8±7.8	64.2±18.7	4.5±1.3	23.5±9.0†
2nd rest interval	142.1±18.7†	71.7±08.6†	82.2±9.5	63.8±17.3	4.6±1.8†	22.7±7.7†
65% of 1 RM						
Resting	145.0±23.8	80.9±16.1	75.3±10.5	63.1±19.3	4.7±1.3‡	25.0±10.5
1st rest interval	144.1±19.0‡	74.4±13.6‡	76.8±10.5	64.4±18.7	4.5±1.3‡	24.7±9.5‡
2nd rest interval	143.3±22.9‡	73.9±14.7‡	74.0±13.6‡	62.9±20.1	4.1±1.4‡	26.8±9.2‡

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; SV, stroke volume; CO, cardiac output; SVR, systemic vascular resistance.

*Sets significantly different to rest, $P < 0.05$.

†Significantly different between 20% of 1 RM with BFR and 20% of 1 RM session, $P < 0.05$.

‡Significantly different between 20% of 1 RM with BFR and 65% of 1 RM session, $P < 0.05$.

Cardiovascular changes during resistance training are well known. Even with low loads, there is a significant increase in haemodynamic values during resistance exercise (Nery *et al.*, 2010). Some of the main mechanisms which define this behaviour are as follows: an increase in sympathetic activity (Seals, 1993), compression of the blood vessels by the muscles involved (Palatini *et al.*, 1989) and muscle contraction (MacDougall *et al.*, 1992). Associated with these mechanisms are the variations in the volume and intensity of the exercise. Accordingly, a resistance exercise with low load performed for several repetitions can elicit a haemodynamic exercise effect similar to the same exercise performed with a high load and few repetitions (Polito *et al.*, 2007). This fact could explain the similar values obtained during the sessions without BFR.

The session at 65% of 1 RM was performed with eight repetitions, and the session at 20% of 1 RM was performed with 15 repetitions. Furthermore, the pause between the sets of the 20% of 1 RM session was half the time of the pause during the high-intensity session. As a shorter pause presents a reverse relationship with blood pressure during resistance exercise (Polito *et al.*, 2004), the combination of these design differences may have induced the absence of differences between the sessions. On the other hand, the application of BFR induced increased haemodynamic values compared to the other two sessions. One possible hypothesis may be the fact that BFR *per se* could contribute to an increase in systemic vascular resistance and, consequently, the heart after load. However, some data have shown that BFR alone may not be enough to stimulate a significant haemodynamic increase (Lonenke *et al.*, 2013). Nevertheless, when BFR is associated with exercise, there is a significant increase in the metabolic concentration (Suga *et al.*, 2009) and pain perception (Wernbom *et al.*, 2009).

The accumulation of metabolites (e.g. lactate) creates a more acid environment, which alters the muscle recruitment pattern (Takarada *et al.*, 2000; Manini & Clark, 2009), and also increases BP via muscle metaboreflex (Rowell, 1997). The pain perception caused by the inflated cuff and by the acid environment increases BP due to stimulation of the central nervous system (Chalaye *et al.*, 2013). In this sense, a haemodynamic increase could be stimulated because of physiological changes caused by the BFR during exercise. In this study, we did not perform chemical analysis; however, the rating of perceived exertion responses was significantly higher during the exercise with BFR compared to the other two sessions, which strengthens the belief that BFR can increase discomfort.

In another study from our research group, with a similar methodology, haemodynamic differences were not found between exercises with BFR in comparison with exercises with a heavy load but without BFR in a normotensive population (Poton & Polito, 2014a). These results suggest that the population characteristics can influence haemodynamic responses during the exercise. In other words, hypertensive individuals, even when on medication, could be more

sensitive to haemodynamic increases during resistance exercise with BFR. We did not find any other studies that have investigated the haemodynamic responses in hypertensive individuals during resistance exercise with BFR. However, some studies have used blood occlusion immediately after an isometric exercise to study the metaboreflex effect on cardiovascular behaviour. In this sense, hypertensive patients exhibit abnormally large reflex-mediated increases in sympathetic activity during blood flow occlusion after isometric exercise (Greaney *et al.*, 2014), with increases in SVR and reductions in SV (Kim *et al.*, 2014). For these reasons, the BFR in the present study may have stimulated the sympathetic nervous system more than exercise without BFR, and this increased the haemodynamic values, that is SBP, DBP, HR and SVR. We assume that BP increased due to the increase in SVR (stimulated by BFR). Moreover, CO decreased significantly, which suggests that the increase in SVR reduced venous return. In fact, the SV showed lower values (non-significant) during the session with BFR compared to the high-intensity session. Thus, the reduction in CO stimulated sympathetic cardiac activity in the heart and this increased HR. Similarly, Nery *et al.* (2010) showed that SBP and DBP values were higher in hypertensive compared to normotensive subjects during a traditional resistance exercise performed at 40 and 80% of 1 RM. The fact that the hypertensive subjects presented higher BP values compared to the normotensive individuals during resistance exercise could be associated with an increased haemodynamic response during the sympathetic stimulus (Kauschik *et al.*, 2004). Accordingly, the fact that BFR induces a more acid environment and increased pain perception, as mentioned previously, could be a possible explanation for this increase.

The assumed characteristics of the hypertensive participants can also help to partly explain the higher haemodynamic values found during the pauses between the sets of the BFR exercises. In the sessions without BFR, the haemodynamic responses during pauses between sets did not change in relation to resting values. We believe that this information is important in the practical application of the BFR exercise model. Independent of what happens during the exercise, the recovery period can also demand efforts from the cardiovascular system, as identified in the pauses between the sets of the BFR exercises. Nery *et al.* (2010) also analysed SBP and DBP values during the recovery pauses. The authors verified that SBP and DBP values in the hypertensive participants took longer to decrease compared to those who were normotensive. It is possible that hypertensive individuals have some endothelial dysfunction, which could explain the less pronounced decreases in the BP values after a large stimulus considering the short duration of the effort.

Up until now, the present study seems to be the only one that has compared haemodynamic responses during traditional resistance exercise and during low-intensity resistance exercise with BFR in a hypertensive population. Independent of the results found, it is important to mention some of the methodological

characteristics of this study. For example, a standard thigh cuff was used to stimulate BFR. Because of its width, this cuff can induce greater discomfort during arterial occlusion compared to a specific cuff type with a narrower width (Loenneke et al., 2013). In addition, the value of BFR is a subject of discussion and controversy. For example, Vieira et al. (2013) used 120 mmHg for BFR in both young and elderly subjects. Whereas BFR depends on the values of individual resting blood pressure, a fixed point of BFR can provide different blood restriction values. In contrast, Brandner et al. (2014) applied BFR at 80% and 130% of resting systolic blood pressure and found that the restriction at 80% presented smaller haemodynamic stress than BFR at 130%. In the present study, the restriction at the time of the blood flow interruption was used. Thus, the haemodynamic response during resistance exercise performed by hypertensive subjects with a lower level of BFR is still unknown, and it is possible that the results will be less than the present study. Finally, the haemodynamic responses obtained using digital photoplethysmography equipment may not represent the real values measured using direct methods such as intra-arterial catheterism, which is considered the gold standard for BP assessment. Nevertheless, the purpose of this study was not to determine haemodynamic exercise values, but to compare these values in different exercise situations.

Concerning clinical significance, the rise in blood pressure during exercise can increase the risk of haemorrhagic events in hypertensive subjects (Haykowsky et al., 1996). However, it is important to consider that these results may change according

to the experimental design. When compared to traditional exercise, resistance exercise with BFR presents one additional variable: blood flow restriction. In this context, the cuff pressure and maintaining this pressure can be determining factors on cardiovascular behaviour during this type of effort.

Conclusion

The present study demonstrated that low-intensity resistance exercise with BFR elicited higher haemodynamic and cardiovascular responses in hypertensive women than traditional high-intensity resistance exercise. The higher haemodynamic and cardiovascular responses occurred both during the exercise and during the rest interval between sets. However, these results are related to the design used in this study. Although no other studies have been conducted with a hypertensive sample, this model of resistance exercise must be applied with caution in hypertensive subjects.

Acknowledgments

This study was partially supported by grants from the Brazilian Council for Research Development (CNPq).

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interests.

References

- Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales (1998). Human Kinetics, Champaign, Illinois.
- Brandner CR, Kidgell DJ, Warrington SA. Unilateral bicep curl hemodynamics: low-pressure continuous vs high-pressure intermittent blood flow restriction. *Scand J Med Sci Sports* (2014); In press.
- Chalaye P, Devoize L, Lafrenaye S, et al. Cardiovascular influences on conditioned pain modulation. *Pain* (2013); **154**: 1377–1382.
- Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc* (2013); **2**: e004473.
- Greaney JL, Matthews EL, Boggs ME, et al. Exaggerated exercise pressor reflex in adults with moderately elevated systolic blood pressure: role of purinergic receptors. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* (2014); **306**: 132–141.
- Haykowsky MJ, Findlay JM, Ignaszewski AP. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage associated with weight training: three case reports. *Clin J Sport Med* (1996); **6**: 52–55.
- Kaushik RM, Mahajan SK, Rajesh V, et al. Stress profile in essential hypertension. *Hypertens Res* (2004); **27**: 619–624.
- Kim KA, Stebbins CL, Choi HM, et al. Mechanisms underlying exaggerated metaboreflex activation in prehypertensive men. *Med Sci Sports Exerc* (2014); [Epub ahead of print].
- Loenneke JP, Wilson JM, Marin PJ, et al. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol* (2012); **112**: 1849–1859.
- Loenneke JP, Fahs CA, Thiebaut RS, et al. The acute hemodynamic effects of blood flow restriction in the absence of exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* (2013); **33**: 79–82.
- MacDougall JD, McKelvie RS, Moroz DE, et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *J Appl Physiol* (1992); **73**: 1590–1597.
- Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exerc Sports Sci Rev* (2009); **37**: 78–85.
- Nery SS, Gomides RS, da Silva GV, et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. *Clinics* (2010); **65**: 271–277.
- Palatini P, Mos L, Munari L, et al. Blood pressure changes during heavy-resistance exercise. *J Hypertens Suppl* (1989); **7**: S72–S73.
- Penaz J. Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger. In: *Digest of the International Conference on Medicine and Biological Engineering* (eds Albert, R, Vogt, WS, Helberg, W) (1973), pp.104. Conference Committee of the Xth International Conference on Medicine and Biological Engineering, Dresden.
- Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* (2004); **36**: 533–553.
- Polito MD, Simão R, Nóbrega ACL, et al. Blood pressure, heart rate, and rate-pressure product in successive resistance training sets with different rest intervals. *Rev Port Cienc Desp* (2004); **4**: 7–15.
- Polito MD, Farinatti PTV, Lira VA, et al. Blood pressure assessment during resistance exercise: comparison between auscultation and Finapres. *Blood Press Monit* (2007); **12**: 81–86.
- Poton R, Polito M. Hemodynamics responses during lower-limb resistance exercise with blood flow restriction in healthy subjects. *J Sports Med Phys Fitness* (2014a); In press. [Epub ahead of print].

- Poton R, Polito MD. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging* (2014b); In press. [Epub ahead of print]. doi: 10.1111/cpf.12218.
- Rowell LB. Neural control of muscle blood flow: importance during dynamic exercise. *Clin Exp Pharmacol Physiol* (1997); **24**: 117–125.
- Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, et al. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Can J Appl Physiol* (1994); **19**: 60–74.
- Seals DR. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. *J Appl Physiol* (1993); **75**: 1426–1431.
- Suga T, Okita K, Morita N, et al. Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol* (2009); **106**: 1119–1124.
- Takano H, Morita T, Iida H, et al. 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, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc* (2000); **32**: 2035–2039.
- Vieira PJ, Chiappa GR, Umpierre D, et al. Hemodynamic responses to resistance exercise with restricted blood flow in young and older men. *J Strength Cond Res* (2013); **27**: 2288–2294.
- Wernbom M, Augustsson J, Thomee 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, et al. 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**: 2389–2395.

ANEXO E

Artigo Aceito Para Publicação

Clin Physiol Funct Imaging (2016)

doi: 10.1111/cpf.12376

Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate

Roberta R. Pinto¹, Murat Karabulut², Roberto Poton¹ and Marcos D. Polito¹

¹Research Group of Cardiovascular Response and Exercise, Londrina State University, Londrina, Paraná, Brazil and ²Health and Human Performance, University of Texas Rio Grande Valley, Brownsville, TX, USA

Summary

Correspondence

Marcos Polito, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Londrina, 86050-520 PR, Brazil
E-mail: marcospolito@uel.br

Accepted for publication

Received 5 April 2016;
accepted 13 May 2016

Key words

cardiovascular system; haemodynamic; hypertension; muscle strength; resistance training

Purpose This study aimed to compare haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate responses during resistance exercise with blood flow restriction (BFR) compared with traditional high-intensity resistance exercise in hypertensive older women.

Methods Eighteen hypertensive women (age = 67.0 ± 1.7 years.) undertook three random sessions: (i) three sets; 10 repetitions; 20% of one repetition maximum (1RM) with BFR; (ii) three sets; 10 repetitions; 65% of 1RM; without BFR; and (iii) no-exercise with BFR. The exercise sessions were performed on knee extension equipment.

Results Systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), stroke volume (SV) and cardiac output (CO) were significantly higher ($P < 0.05$) in all sets of exercise sessions than the control. No statistically significant differences were detected between exercise sessions. However, SBP, DBP and systemic vascular resistance were higher ($P < 0.05$) and SV and CO were lower ($P < 0.05$) during the rest intervals in the session with BFR. The perceived exertion was significantly higher ($P < 0.01$) in the 1st (4.8 ± 0.4 versus 3.1 ± 0.3), 2nd (7.3 ± 0.4 versus 5.7 ± 0.4) and 3rd sets (8.6 ± 0.5 versus 7.5 ± 0.4) of the traditional high-intensity resistance exercise compared with the exercise with BFR. Blood lactate was higher ($P < 0.05$) in the traditional high-intensity resistance exercise (6.2 ± 0.7 mmol) than in the exercise with BFR (4.5 ± 0.4 mmol).

Conclusion In comparison with high-intensity resistance exercise, low-intensity resistance exercise with BFR can elicit: (i) same haemodynamic values during exercise; (ii) lower rating of perceived exertion; (iii) lower blood lactate; (iv) higher haemodynamic demand during the rest intervals.

Introduction

The traditional model of resistance training (>70% of one repetition maximum, 1RM) is indicated for the development of muscle strength and lean body mass in healthy adults (Garber et al., 2011). Particularly in the elderly and individuals with systemic arterial hypertension, increased muscle strength has been associated with improved functional capacity (Sharman & Stowasser, 2009; Villanueva et al., 2015) and lower cardiovascular overload during daily life activities (Sale et al., 1994). However, both hypertensive individuals and the elderly may present limitations to perform this traditional model of training, which can cause abrupt increases in blood pressure during the exercises (Nery et al., 2010), inducing an increased risk of cardiac events (Haykowsky et al., 1996).

In this context, a low-intensity resistance exercise model ($\leq 20\%$ 1-RM), associated with blood flow restriction (BFR) has provided chronic improvement in muscle strength and lean body mass in healthy subjects (Loenneke et al., 2012; Slysz et al., 2015), as well as lower cardiovascular response compared with high-intensity resistance exercise (Poton & Polito, 2014). Therefore, considering that cardiovascular response is directly related to the load (Palatini et al., 1989), some studies suggest that a BFR model could be an alternative for the abovementioned populations (Scott et al., 2015).

Despite the chronic effects of resistance training with BFR on muscle strength, some acute effects of this type of training are still not clear, especially cardiovascular responses, which are not reported in a consensual manner in the literature. For example, Vieira et al. (2013) found no differences in

2 Blood flow restriction exercise and hypertension, R. R. Pinto et al.

haemodynamic responses of young adults and the elderly submitted to biceps curl exercise with 30% of 1RM with and without BFR. However, in this study, the absence of a high-intensity session made it impossible to infer whether cardiovascular responses to BFR are of lesser or greater magnitude in comparison with the conventional model. Recently, a study found that cardiovascular responses in hypertensive women during the leg-press exercise with BFR (three sets; 15 reps; 30-s rest interval between sets; 20% 1RM) were higher than in the same exercise at high-intensity without BFR (three sets; eight reps; 60-s rest interval between sets; 65% 1RM) (Pinto & Polito, 2015). These data suggest that resistance exercise with BFR could increase the cardiovascular response in hypertensive subjects. However, some questions remain unanswered. Firstly, fifteen repetitions were performed in the session with BFR (almost twice the time to execute compared with the session without BFR), and it is known that the blood pressure increases according to the number of repetitions, even with low load (Sale et al., 1993; Polito et al., 2007). Secondly, the low rest interval between sets is associated with high cardiovascular response during resistance exercise (Castinheiras-Neto et al., 2010). Thirdly, the effects of BFR alone (without exercise) are unknown in hypertensive subjects as well as its effects on cardiovascular response.

It is not clear how much of the differences in haemodynamics following resistance training exercise sessions with and without BFR are due to the variations in number of repetitions and/or rest interval. In addition, traditional resistance training exercise recommendation for hypertensive subjects is lower in intensity/volume compared with the recommendation for healthy people (Pescatello et al., 2004). It was important to examine the effects of low volume and load with BFR on the haemodynamic responses, which could be more manageable to be performed by special populations (such as hypertensive individuals). In this sense, the objective of this study was to compare the cardiovascular responses during BFR alone or in combination with resistance exercises, performed with different loads, but the same number of sets, repetitions and rest interval time in elderly women with systemic arterial hypertension.

Methods

Subjects

This study included 18 women, over 60 years of age, sedentary, with a diagnosis of hypertension, which was controlled by the same class of medication (angiotensin II receptor) without target organ damage. Prior to performing the exercises, the sample was subjected to a clinical examination consisting of an electrocardiogram (rest and effort) and an orthopaedic examination to confirm their clearance for the exercise sessions. The following were considered as exclusion criteria: a body mass index $>35 \text{ kg m}^{-2}$, electrocardiographic alterations at rest or during effort, musculoskeletal problems that contraindicated performing the exercises, participation in

leisure physical activity programmes more than twice a week and resting systolic blood pressure $\geq 160 \text{ mmHg}$ and/or diastolic blood pressure $\geq 100 \text{ mmHg}$, prior to the exercise protocols. Table 1 illustrates the general characteristics of the sample.

During the study, the participants were instructed to eat a meal at least 2 h before the start of the exercise sessions, avoid alcohol and caffeine ingestion for 24 h prior to the test and refrain from exhaustive physical activities for 48 h. The experimental test occurred between 2 pm and 4 pm. All participants were volunteers and signed a written informed consent after being given explanations about the aim and methodology involved in the study. The ethics committee for research in humans of the Londrina State University (PR, Brazil), number 169/2013, approved the study.

Experimental design

The subjects underwent five non-consecutive visits to the laboratory (48-h intervals between days) in a randomized cross-over design. On the first 2 days, cardiovascular measures at rest were carried out (systolic and diastolic blood pressure) and the test and retest of 1RM performed (bilateral knee extension), in addition to adaptation to the subjective perception of effort and performing the exercises (with and without BFR). For the exercise adaptation, 10 repetitions were performed without load. On the other days, participants performed three randomized sessions (one control and two experimental sessions). In the control session (CON), the subject was positioned on the exercise equipment and BFR applied (without exertion) during the same time to complete

Table 1 Subjects characteristics and baseline data.

Variables	Subjects ($n = 18$)
Age (years)	67.0 \pm 1.7
Weight (kg)	73.8 \pm 3.3
Height (cm)	157.4 \pm 1.5
Body mass index (kg m^{-2})	29.5 \pm 1.2
Resting systolic blood pressure (mmHg)	120.2 \pm 3.4
Resting diastolic blood pressure (mmHg)	69.3 \pm 1.8
Resting heart rate (bpm)	78.4 \pm 2.1
One repetition maximum (kg)	49.0 \pm 2.5
100% of blood flow restriction (mmHg)	177.8 \pm 5.9
80% of blood flow restriction (mmHg)	143.7 \pm 4.8
Serum glucose (mg dl^{-1})	107.9 \pm 7.5
Triglycerides (mg dl^{-1})	130.3 \pm 17.5
Total cholesterol (mg dl^{-1})	183.1 \pm 6.5
LDL cholesterol (mg dl^{-1})	99.7 \pm 7.9
HDL cholesterol (mg dl^{-1})	66.8 \pm 9.7
Drugs	
Angiotensin II receptor antagonists	12
Angiotensin II receptor antagonists + diuretic	6
Others diseases	
Type 2 diabetes	2
Hypothyroidism	3
Type 2 diabetes + hypothyroidism	4

the exercise session. During testing sessions, the bilateral knee extension exercise was executed on knee extensor chair equipment (three sets, 10 reps; 1-min interval between sets). In one of the experimental sessions, the exercise was performed with BFR and 20% 1RM (LI-BFR); while in the other experimental session, the exercise was performed without BFR and 65% 1RM (HI-RE). The range of motion was visually defined, starting at 90° and finishing at 180°. Each phase of the movement (concentric and eccentric) in the experimental sessions lasted for 2 s, with the aid of a metronome, totalling 4 s per repetition, 40 s per set and 4 min per session (effort time plus recovery interval). Accordingly, the BFR time in the control session was also 4 min. In all sessions, the participants were advised to maintain normal breathing in order to avoid the Valsalva manoeuvre. Haemodynamic variables were obtained by with continuous and non-invasive digital photoplethysmography device during control and experimental sessions; blood lactate was obtained before and within 2–3 min after each experimental and control session; and rating of perceived exertion was obtained after experimental sessions.

Resting blood pressure measurement

Omron digital equipment (model HEM-742; Bannockburn, IL, USA) was used to measure blood pressure on the first and second visits. After the subjects had remained seated comfortably for 10 min, blood pressure was measured three times consecutively in the dominant arm, with a minimum interval of at least 1 min between measurements. The resting blood pressure was considered as the mean of the three measurements. The same evaluator performed all measurements. The blood pressure measurement was conducted in accordance with the American Heart Association (Pickering et al., 2005).

One repetition maximal test

On the first day of testing, after the resting blood pressure measurement, the participants performed a warm-up on the extensor chair exercise (Technogym™, Rome, Italy) of 10 repetitions with no load in the bilateral knee extension movement. After 2–3 min, the load was increased and the sample was instructed to perform two repetitions. The load was progressively increased until the volunteer was able to complete one repetition, but unable to complete the second repetition. A maximum of five attempts was allowed at each load with a minimum 3-min interval between them. On the second day, the same procedure was followed and the 1RM was considered as the highest value obtained on both days. The participants were advised not to perform the Valsalva manoeuvre.

Blood flow restriction

The BFR value was determined before each CON and LI-BFR sessions. A cuff (width = 18 cm, length = 90 cm) was placed below the inguinal fold on each thigh of the participants. A

vascular Doppler device (Martec DV600; São Paulo, SP, Brazil) was positioned on the posterior portion of the medial malleolus on the branches of the tibial artery. The cuffs were inflated until the interruption of sound from the Doppler and the cuff values recorded (in mmHg). The cuff pressure used in the exercise with BFR was stipulated as 80% of the necessary pressure for full blood interruption. The BFR cuffs were inflated just before exercises and remained inflated during the entire exercise and rest intervals between sets. On the first 2 days of data collection, the participants underwent an exercise protocol with BFR but without load, for the purposes of adaptation to movement with the cuffs.

Haemodynamic measurement during exercise and control sessions

The experimental and control sessions were performed with continuous, non-invasive cardiovascular monitoring using a digital photoplethysmography device (Finometer™ PRO; Finapres Medical System, Amsterdam, The Netherlands). Penaz (1973) originally described this technique, which is based on the volume-clamp principle of the arterial walls. An adapted pneumatic cuff is placed on the medial finger of the left hand and inflated until the pulse in the digital artery is sensed. The pneumatic regulation is adjusted simultaneously by a servo-controlled system that keeps the digital artery volume constant by varying the cuff pressure proportionally, thus providing continuous blood pressure readings. From the blood pressure readings, the equipment uses algorithms to estimate other variables, such as heart rate (HR), stroke volume (SV), cardiac output (CO) and systemic vascular resistance (SVR).

After the subjects had been positioned on the equipment, a cuff was attached to the middle finger of the left hand, with the arm relaxed and supported on a stable surface. The equipment performs its own calibration, and this routine was applied for 10 min prior to the exercise or control sessions. The variables analysed were systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), HR, SV, CO and SVR. The values set for the variables were as follows: (i) highest value measured during the set; (ii) minimum value measured during the recovery intervals; (iii) average of 5 min before the exercise and after the 3rd rest interval. Data were transmitted to a portable computer using specific software (BeatscopeEasy™, Finapres Medical System).

Blood lactate

Blood lactate was obtained before and within 2–3 min after each experimental and control session. Prior to collection of the blood sample, asepsis was performed with 70% ethylic solution on the distal portion of the fingertip from the middle finger of the right hand. The puncture was performed using disposable lancets, a suspended drop of blood being applied to a specific area on a BM-lactate test strip which was analysed by a portable lactometer (Roche™ AccutrendPlus, New York, NY, USA).

4 Blood flow restriction exercise and hypertension, R. R. Pinto et al.

Rating of perceived exertion

After each exercise session, participants were asked to score their rating of perceived exertion (scale CR-10) (Borg, 1998). The participants had been previously instructed on the use of this scale during their first and second visits.

Statistical analyses

The data are presented as mean and standard error. Initially, the Gaussian distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test and the homogeneity of variance was assessed using Levene's test. Two-way repeated-measures ANOVA (sessions \times sets) was used to compare the variations in SBP, DBP, HR, SV, CO and SVR at different moments: (i) at rest; (ii) during the sets; (iii) during the rest intervals between sets; (iv) at the end of each session. Two-way ANOVA with repeated measures was also used to verify differences in ratings of perceived exertion. A one-way ANOVA was used to verify the differences in the blood lactate values. Fisher LSD post hoc analyses were applied to identify the differences in cases where the *F* values were higher than the established criteria for one-tailed statistical significance ($P < 0.05$). The data were analysed using Statistica software (version 10; Statsoft™, Tulsa, OK, USA).

Results**Cardiovascular responses during exercise sessions**

The values of the cardiovascular variables during the exercise sessions are described in Table 2. For the CON session, the

BFR in isolation caused a significant increase in DBP and SVR between the resting value and the equivalent moments in the 1st, 2nd and 3rd sets. Similarly, there was a significant reduction in SV and CO between the resting value and the other sets. After the complete liberation of blood flow, the SVR and DBP values were significantly lower than those in the three sets, while the CO value was higher than the values in the three sets. For the LI-BFR session, there was a significant increase between the rest value and the three sets for SBP, DBP, HR and SVR. The CO was greater than the rest value only in the 1st set. After the end of the exercises and the discontinuation of BFR, the values of SBP and DBP were significantly lower than in the three sets, while the HR, SV and CO values were lower for the three sets and also in relation to the resting value. For the HI-RE session, all the variables increased significantly in the three sets in relation to the rest value. After the end of the session, the values of SBP, DBP and HR were significantly lower than during the three sets. The SV and CO values were lower than during the three sets and also in relation to the rest value. On the other hand, the SVR value remained higher than the resting value.

The comparison between sessions demonstrated no significant differences between the rest values, the sets and the postexercise values for the LI-BFR and HI-RE sessions. On the other hand, the variables SBP, DBP, HR, SV and CO were significantly higher in all sets of the LI-BFR and HI-RE sessions when compared with the CON session. Furthermore, differences were observed in the postexercise variables of HR, CO and SVR between the CON session and the other sessions; in the postexercise SV between the CON and LI-BFR sessions; and in the 2nd and 3rd sets of SVR between the CON and LI-BFR sessions.

Table 2 Haemodynamic responses during different sessions.

SESSION		SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	HR (bpm)	SV (ml)	CO (l min ⁻¹)	SVR (mmHg min l ⁻¹)
Control (BFR without exercise)	Resting	134.3 ± 3.6	74.1 ± 1.7 [†]	78.6 ± 2.7	57.1 ± 3.8 [†]	4.5 ± 0.4 [†]	22.3 ± 2.1 [†]
	1st set	143.2 ± 5.7*	81.2 ± 3.1*	78.6 ± 2.4*	51.0 ± 3.9*	4.0 ± 0.3*	28.0 ± 3.3
	2nd set	139.7 ± 4.9*	81.3 ± 2.8*	81.2 ± 2.5*	46.9 ± 3.4*	3.8 ± 0.3*	29.5 ± 3.5 [§]
	3rd set	140.2 ± 4.9*	81.3 ± 2.8*	81.5 ± 2.4*	47.2 ± 3.9*	3.9 ± 0.4*	29.2 ± 3.6 [§]
20% of 1RM with BFR	Postexercise	133.7 ± 4.4	75.7 ± 2.3 [†]	82.9 ± 2.4*	53.1 ± 4.2 [§]	4.4 ± 0.4* [†]	23.6 ± 2.4* [†]
	Resting	132.7 ± 3.1 [†]	76.0 ± 2.3 [†]	80.2 ± 3.0 [†]	54.5 ± 4.0	4.3 ± 0.3	24.8 ± 2.3 [†]
	1st set	179.8 ± 5.4	100.9 ± 3.2	96.1 ± 2.6	57.7 ± 4.5	5.1 ± 0.4 [†]	29.0 ± 3.0
	2nd set	210.7 ± 6.8	120.9 ± 4.5	99.8 ± 3.2	53.9 ± 4.6	4.9 ± 0.5	36.0 ± 3.6
65% of 1 RM	3rd set	212.2 ± 7.5	123.6 ± 5.5	97.9 ± 2.9	50.8 ± 4.6	4.6 ± 0.5	41.3 ± 5.2
	Postexercise	129.8 ± 2.9 [†]	74.2 ± 2.5 [†]	73.7 ± 2.0 ^{†‡}	37.2 ± 3.3 ^{†‡}	3.1 ± 0.3 ^{†‡}	35.2 ± 3.7
	Resting	130.3 ± 4.2 [†]	73.2 ± 1.8 [†]	78.9 ± 2.8 [†]	54.5 ± 2.9 [†]	4.3 ± 0.2 [†]	22.9 ± 1.4 [†]
	1st set	196.8 ± 7.1	108.8 ± 3.5	100.9 ± 3.7	63.5 ± 3.7	5.7 ± 0.4	26.6 ± 2.0
	2nd set	213.3 ± 8.2	119.5 ± 4.5	102.9 ± 3.4	66.3 ± 5.4	6.0 ± 0.5	28.7 ± 2.6
	3rd set	221.7 ± 8.2	122.6 ± 3.9	107.8 ± 4.0	63.7 ± 4.2	6.1 ± 0.5	28.8 ± 2.7
	Postexercise	138.5 ± 5.9 [†]	71.1 ± 2.4 [†]	74.7 ± 3.4 [†]	44.3 ± 3.6 ^{†‡}	3.6 ± 0.3 ^{†‡}	31.1 ± 3.5 [†]

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; SV, stroke volume; CO, cardiac output; SVR, systemic vascular resistance.

*Significant difference to 20% of 1RM with BFR and 65% of 1RM (same set).

[†]Significant difference ($P < 0.05$) from 1st to 3rd set (same session).

[‡]Significant difference ($P < 0.05$) to rest (same session).

[§]Significant difference to 20% of 1RM with BFR (same set).

Cardiovascular responses during rest intervals between sets

Table 3 presents the values of the haemodynamic variables during the rest intervals between the sets (from the 1st to 2nd set and from the 2nd to 3rd set). In this context, there was an increase from the 1st to the 2nd rest interval in the variables SBP, DBP and SVR, and a reduction in SV and CO. The comparison between sessions demonstrated differences in the 1st rest interval between the CON session and LI-BFR session (SV, CO and SVR), between the CON session and HI-RE session (DBP, SV and CO) and between the LI-BFR session and HI-RE session (SV, CO and SVR). For the 2nd rest interval, differences were observed between the LI-BFR session and the CON session (SBP, DBP, SV, CO and SVR), between the CON session and the HI-RE session (DBP, SV and CO) and between LI-BFR session and the HI-RE session (SBP, DBP, SV, CO and SVR).

Rating of perceived exertion

The perceived exertion response was significantly higher ($P < 0.01$) in the 1st (4.8 ± 0.4 versus 3.1 ± 0.3), 2nd (7.3 ± 0.4 versus 5.7 ± 0.4) and 3rd sets (8.6 ± 0.5 versus 7.5 ± 0.4) of the HI-RE session compared with the LI-BFR.

Blood lactate

The values of blood lactate are shown in Figure 1. Both exercise sessions exhibited significantly higher values than the CON session. In addition, the HI-RE session demonstrated significantly higher values than the LI-BFR session.

Discussion

The main findings of this study were as follows: (i) in isolation, BFR increased the SVR and DBP values and reduced the SV and CO values when compared with the rest value; (ii) haemodynamic responses during resistance exercise,

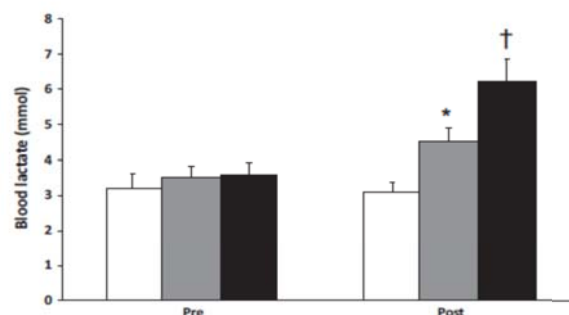


Figure 1 Blood lactate at rest (Pre) and after (Post) resistance exercise with or without blood flow restriction. White column: control session (CON); grey column: resistance exercise with blood flow restriction (LI-BFR); dark column: resistance exercise without blood flow restriction (HI-RE). * significant difference to CON ($P < 0.05$); † significant difference to CON and LI-BFR ($P < 0.05$).

independent of BFR, increased when compared with the at rest condition; (iii) during the rest intervals between sets, the exercise with BFR demonstrated increases in SBP, DBP and SVR, and decreases in SV and CO compared with the exercise without BFR.

In healthy young subjects, BFR without exercise did not significantly alter the SBP or DBP responses (Loenneke et al., 2013). However, the present study demonstrated that the haemodynamic responses behave differently in elderly hypertensive subjects. One possible explanation for these results could be based on the fact that hypertensive individuals present abnormally large reflex-mediated increases in sympathetic activity during blood flow occlusion after isometric exercise (Greaney et al., 2014). This type of manoeuvre is used to analyse the metaboreflex response and can cause increases in SVR and reductions in SV (Kim et al., 2015). For the reductions identified in SV and CO, it is assumed that the pressure applied by the BFR was a key factor in the reduction of venous return by trapping the blood in the active limbs and influencing the responses of these variables.

Table 3 Haemodynamics response values during pauses between sets.

Session		SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	HR (bpm)	SV (ml)	CO (l min ⁻¹)	SVR (mmHg min l ⁻¹)
Control (BFR without exercise)	1st rest interval	141.4 ± 5.7	81.4 ± 3.0	80.1 ± 2.6	55.0 ± 6.3	4.4 ± 0.5	29.1 ± 3.3
	2nd rest interval	139.4 ± 5.1	80.8 ± 2.9	81.9 ± 2.4	55.2 ± 6.7	4.5 ± 0.5	28.7 ± 3.4
20% of 1RM with BFR	1st rest interval	140.4 ± 3.6	78.2 ± 1.7	76.7 ± 2.3	40.3 ± 3.5 ^{†‡}	3.4 ± 0.3 ^{†‡}	34.7 ± 3.7 ^{†‡}
	2nd rest interval	155.3 ± 5.1 ^{*†‡}	86.8 ± 3.5 ^{*†‡}	76.4 ± 2.6	34.4 ± 3.2 ^{*†‡}	2.9 ± 0.3 ^{*†‡}	44.5 ± 4.8 ^{*†‡}
65% of 1RM	1st rest interval	140.3 ± 6.0	72.4 ± 2.3 [†]	78.7 ± 2.6	46.7 ± 3.4 [†]	3.9 ± 0.3 [†]	28.0 ± 2.9
	2nd rest interval	138.5 ± 5.9	71.1 ± 2.4 [†]	74.7 ± 3.9	44.3 ± 3.6 [†]	3.6 ± 0.3 [†]	33.1 ± 3.5

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; SV, stroke volume; CO, cardiac output; SVR, systemic vascular resistance.

*Significant difference ($P < 0.05$) to 1st rest interval (same session).

[†]Significant difference ($P < 0.05$) to control session (same rest interval).

[‡]Significant difference ($P < 0.05$) to 65% of 1 RM (same rest interval).

6 Blood flow restriction exercise and hypertension, R. R. Pinto et al.

During resistance exercise, cardiovascular modifications occur due to an increase in sympathetic activity (Seals, 1993), compression of the blood vessels by the muscles involved (Palatini et al., 1989) and muscle contraction (MacDougall et al., 1992). In this context, even at relatively light loads (i.e. 20% 1RM), there is a significant increase in SBP and DBP during exertion (Poton & Polito, 2014). However, little information exists regarding cardiovascular responses during resistance exercise with BFR. In healthy young people, resistance exercise without BFR (three sets; eight reps; 80% 1RM; 1 min of resting interval) demonstrated significantly higher values of SBP and DBP during exertion than the exercise with BFR (three sets; 20 reps; 20% 1RM; 45 s rest interval). On the other hand, recent data in a hypertensive sample demonstrated significantly higher values during the haemodynamic resistance exercise with BFR (three sets; 15 reps; 20% 1RM; 30 s of resting interval) when compared with traditional resistance exercise (three sets; eight reps; 65% 1RM; 1-min rest interval) (Pinto & Polito, 2015). The greater responsiveness of hypertensive individuals may be related to the fact that this population presents a greater likelihood of endothelial dysfunction (Guazzi et al., 2005) and a greater haemodynamic response during sympathetic activation (Kaushik et al., 2004). Independent of the differences between hypertensive and normotensive individuals, the studies of Poton & Polito (2014) and Pinto & Polito (2015) used different quantities of repetitions and rest intervals between sessions with and without BFR. In this context, the session with BFR had a greater number of repetitions and a shorter rest interval than the traditional session, which may have contributed to these differences (Polito et al., 2007). In the present study, the application of BFR during exercise did not affect the cardiovascular behaviour of the elderly hypertensive participants, suggesting that the equalization of volumes and recovery times is a factor that should be considered when prescribing exercise.

During the recovery interval, the high values found during

in the LI-BFR session, the maintenance of BFR may have both stimulated the sympathetic activity and hindered the normal blood flow. In addition, it is possible that hypertensive individuals present endothelial dysfunction, which could explain the less pronounced decreases in the BP values after a large stimulus, considering the short duration of the effort (Kaushik et al., 2004). We believe that this information is important in the practical application of the BFR exercise model. Independent of what happens during the exercise, the recovery period can also demand efforts from the cardiovascular system, as identified in the pauses between sets of the BFR exercises.

Concerning blood lactate and perceived exertion, there is a significant increase in the metabolic concentration (Suga et al., 2009) and pain perception (Wernbom et al., 2009) when BFR is associated with exercise. This was recently demonstrated (Pinto & Polito, 2015), in which the authors found that exercise with BFR (three sets, 15 reps, 20% 1RM) showed higher values of rating of perceived exertion and blood lactate than traditional exercise (three sets, eight reps, 65% 1RM without BFR). In this sense, the accumulation of lactate creates a more acid environment, which increases BP via muscle metaboreflex (29) and the pain perception caused by the inflated cuff and by the acid environment increases BP due to stimulation of the central nervous system (Chalaye et al., 2013). However, data from the present study showed that rating of perceived exertion and blood lactate was higher in the HI-RE session than the LI-BFR session. One probable explanation is the fact that the LI-BFR session was performed with pressure lower than total blood occlusion and the number of repetitions (total exercise time) was equalized when compared with the HI-RE session. However, higher values of rating of perceived exertion and blood lactate observed in the HI-RE session did not reflect in greater cardiovascular responses in the LI-BFR session. Thus, other mechanisms must be acting during resistance exercise with BFR to cause major cardiovascular responses in hyperten-

programmes for the individuals with hypertension. However, higher haemodynamic and cardiovascular responses occurred during the rest interval between sets. In a brief perspective, our results are related to the design used in this study. Nevertheless, as no other studies have been conducted with a hypertensive sample, this model of low-intensity resistance exercise with BFR should be applied with caution in hypertensive subjects.

References

- Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales (1998). Human Kinetics (ed.), Champaign, IL.
- Castinheiras-Neto AG, Costa-Filho IR, Farinatti PT. Cardiovascular responses to resistance exercise are affected by workload and intervals between sets. *Arq Bras Cardiol* (2010); **95**: 493–501.
- Chalaye P, Devoize L, Lafrenaye S, et al. Cardiovascular influences on conditioned pain modulation. *Pain* (2013); **154**: 1377–1382.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand: quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* (2011); **43**: 1334–1359.
- Greaney JL, Matthews EL, Boggs ME, et al. Exaggerated exercise pressor reflex in adults with moderately elevated systolic blood pressure: role of purinergic receptors. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* (2014); **306**: 132–141.
- Guazzi M, Lenatti L, Tumminello G, et al. Effects of orthostatic stress on forearm endothelial function in normal subjects and in patients with hypertension, diabetes, or both diseases. *Am J Hypertens* (2005); **18**: 986–994.
- Hackett DA, Chow CM. The Valsalva maneuver. *Circulation* (2007); **115**: 1000–1005.
- Loenneke JP, Fals CA, Thiebaud RS, et al. The acute hemodynamic effects of blood flow restriction in the absence of exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* (2013); **33**: 79–82.
- MacDougall JD, McKelvie RS, Moroz DE, et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *J Appl Physiol* (1992); **73**: 1590–1597.
- Nery SS, Gomides RS, da Silva GV, et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. *Clinics (São Paulo)* (2010); **65**: 271–277.
- Palatini P, Mos L, Munari L, et al. Blood pressure changes during heavy-resistance exercise. *J Hypertens Suppl* (1989); **7**: S72–S73.
- Penaz J. Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger. In: *Digest of The International Conference on Medicine and Biological Engineering* (eds Albert, R, Vogt, WS, Helberg, W) (1973), p. 104. Conference Committee of the Xth International Conference on Medicine and Biological Engineering, Dresden.
- Pesciello IS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* (2004); **36**: 533–553.
- Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, et al. Recommendations for blood pressure measurement. *Hypertension* (2005); **45**: 136–152.
- Finapres. *Blood Press Monit* (2007); **12**: 81–86.
- Poton R, Polito MD. Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects. *Clin Physiol Funct Imaging* (2014); **36**: 231–236.
- Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, et al. Comparison of blood pressure response to isokinetic and weight-lifting exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* (1993); **67**: 115–120.
- Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, et al. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Can J Appl Physiol* (1994); **19**: 60–74.
- Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, et al. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med* (2015); **45**: 313–325.
- Seals DR. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. *J Appl Physiol* (1993); **75**: 1426–1431.
- Sharman JE, Stowasser M. Australian association for exercise and sports science position statement on exercise and hypertension. *J Sci Med Sport* (2009); **12**: 252–257.
- Slysz J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood

Acknowledgments

This study was partially supported by grants from the Brazilian Council for Research Development (CNPq).

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interests.

8 Blood flow restriction exercise and hypertension, R. R. Pinto et al.

- Wernbom M, Järrebring R, Andreasson MA, et al. 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**: 2389–2395.
- Wieck EM, McCartney N, McKelvie RS. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol* (1990); **66**: 1065–1069.